COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 AOUT 1889,

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur la tactique moléculaire de la macle artificielle du spath d'Islande produite par Baumhauer au moyen d'un couteau.* Note de Sir **William Thomson** [1].

« § 1. En réfléchissant à la splendide découverte faite par Baumhauer, de la production d'une macle artificielle du spath d'Islande au moyen d'un couteau, publiée, il y a vingt-deux ans, aussitôt après la découverte fondamentale faite par Reusch (1867) de la production d'une macle artificielle

---

[1] La substance de cette Note a été communiquée à la Société royale d'Édimbourg le 1er juillet 1889, dans un article : *On molecular tactics of crystals,* qui paraîtra avant la fin de l'année courante dans les *Proceedings* de la Société.

du spath d'Islande par pression, j'ai essayé de me représenter les *mouvements* moléculaires mis en jeu dans ce remarquable changement de forme. Il faut d'abord connaître l'arrangement moléculaire dans le cristal naturel. Deux hypothèses distinctes, chacune bien définie, se présentent à l'esprit; et il semble certain que l'une ou l'autre des deux correspond à la véritable structure.

» § 2. *Hypothèse I.* — Imaginons un assemblage homogène de globes serrés les uns contre les autres et disposés en tétraèdre équilatère ([1]).

» Pour abréger, supposons qu'une des faces repose sur un plan horizontal. Aplatissons tout le système dans le sens vertical, sans en altérer l'homogénéité, jusqu'à ce que l'angle trièdre primitivement aigu de la pyramide de globes devienne l'angle trièdre obtus du rhomboïde de spath d'Islande. La réduction des ordonnées serait exactement de $\sqrt{8}$ à 1, si l'inclinaison des faces obliques sur la base était exactement 45° ([2]) dans la pyramide triangulaire obtenue en coupant l'angle trièdre obtus du spath par un plan perpendiculaire à l'axe.

» Ainsi, nous avons la structure moléculaire du spath d'Islande en remplaçant les globes employés au début par des ellipsoïdes de révolution aplatis, dont le diamètre équatorial est $\sqrt{8}$ ou 2,83 fois l'axe polaire; ces ellipsoïdes sont rangés à plat par couches horizontales de 1, 3, 6, 10, 15, ..., $\frac{1}{2}i(i+1)$, en forme de triangles équilatéraux, et superposés conformément à la règle bien connue pour la construction d'une pile de boulets en pyramide triangulaire équilatère ([3]).

» § 3. Cette hypothèse, je viens de voir que Huygens l'avait proposée il y a 200 ans dans son *Traité de la lumière* (Leyde, 1690). J'y avais été conduit indépendamment, mais je n'en fus pas satisfait, surtout à cause de la très grande commotion interne qu'elle supposerait dans le *mécanisme* de la

---

([1]) Voir *Mémoire sur les systèmes formés par des points distribués régulièrement sur un plan ou dans l'espace*, par M. A. Bravais (*Journal de l'École Polytechnique*, Cahier XXIII).

([2]) Cet angle est de 44°36',6 à la température ordinaire (*Minéralogie* de Phillips, Brooke et Miller, § 407) et devient égal à 45° à la température de 300°.

([3]) Les aplatissements nécessaires pour passer de la pyramide triangulaire équilatère à la pyramide à sommet rectangle et à la pyramide triangulaire obtuse du spath seront compris en un instant, si l'on remarque que les tangentes des inclinaisons des faces obliques sur la base dans les trois cas sont respectivement $\sqrt{8}$, $\sqrt{2}$ et 1; par conséquent, les distances du sommet à la base sont proportionnelles à ces trois nombres, puisque la base demeure invariable dans l'aplatissement simple décrit dans le texte.

macle de Baumhauer. Alors voici ce qui se présenta à mon esprit. Il semble que l'æolotropie du spath d'Islande, par suite de laquelle il y a une différence de qualité entre les actions dirigées parallèlement ou perpendiculairement à la plus courte diagonale du rhomboïde, doive être due à ce que le rhomboïde n'est pas un cube, et que le changement d'un cube en rhomboïde du spath puisse être regardé comme la cause de l'æolotropie. S'il en est ainsi, il faut partir du cube, qui est isotrope par rapport à ses quatre diagonales. C'est ce que nous avons dans le groupement représenté par les *fig.* ci-jointes 1 et 2, extraites d'un article de *Nature* (20 décembre 1883),

Fig. 1.

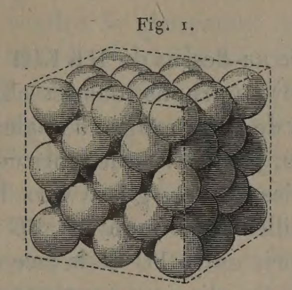
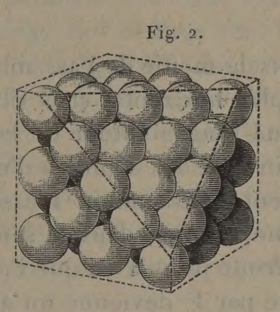


Fig. 2.



par M. William Barlow. Les six *rangées* ([1]) de globes en contact, qui forment les côtés du *tétraèdre principal* ([2]), sont parallèles aux douze diagonales des faces du cube. Les quatre faces du tétraèdre principal sont parallèles aux huit troncatures sur les sommets du cube faites comme l'indique la *fig.* 2. Pour abréger, j'appellerai *cube primitif* de l'assemblage le groupe que montre la *fig.* 1. Nous avons maintenant, pour la structure du spath d'Islande, l'hypothèse suivante qui me paraît plus probable que la première.

» § 4. *Hypothèse II.* — Prenons un cube primitif de l'assemblage et déformons-le par aplatissement le long d'une des quatre diagonales, sans changement de longueur des directions perpendiculaires. On change ainsi chaque globe en un ellipsoïde de révolution aplati, et on réduit le cube à un rhomboïde, qui est le rhomboïde du spath d'Islande si la réduction est faite dans le rapport de $\sqrt{2}$ à 1.

» § 5. Soient FG un côté et G un des deux angles trièdres obtus d'un rhomboïde de spath d'Islande; soient F′, G′ les sommets opposés à F, G (de sorte que G′G est l'axe optique). Soit HKK′H′ un plan diagonal

---

([1]) Bravais, § 1.

([2]) Bravais, Problème XXVIII.

parallèle à FG et F′G′; HK, H′K′ étant parallèles à FG, F′G′. Maintenant considérons les rangées d'ellipsoïdes parallèles à KK′. Les ellipsoïdes sont en contact par les extrémités de diamètres équatoriaux dans les lignes de ces rangées.

Fig. 2.

» Dans la moitié de l'assemblage située au-dessus de HKK′H′ (supposant ce plan horizontal et G situé à droite), tournons tous les ellipsoïdes de chaque rangée autour de la direction de cette rangée d'angles égaux, en sens inverse des aiguilles d'une montre, jusqu'à ce que leurs équateurs deviennent horizontaux. L'assemblage des centres glisse vers la droite (avec une rotation dans le sens des aiguilles d'une montre), FG se mouvant à droite jusqu'à ce que l'angle compris entre FG et la face extrême qui passe par F devienne un angle droit. Ce glissement est accompagné d'un aplatissement de l'assemblage, dans la direction perpendiculaire au plan HKK′H′, dû à ce que les plans équatoriaux des ellipsoïdes tournent depuis leur position primitive inclinée dans laquelle leurs équateurs étaient *perpendiculaires* à l'axe optique, jusqu'à leur position horizontale actuelle. C'est ce qu'on voit facilement en fixant son attention sur la rangée d'ellipsoïdes dont les centres étaient primitivement sur la courte diagonale FG de la face extrême de droite. Cet aplatissement de l'assemblage perpendiculairement au plan HKK′H′ suppose un allongement de l'assemblage suivant les lignes parallèles à FG, puisque le volume reste constant et qu'il n'y a évidemment ni allongement ni raccourcissement perpendiculairement au plan du diagramme.

» Maintenant, pour remplir exactement la tactique de la macle de Baumhauer au moyen d'un canif, nous ne devons avoir aucun changement de dimensions de l'assemblage dans le plan HKK′H′. Donc, pendant que se produisent les mouvements de rotation et de glissement ci-dessus décrits, il doit y avoir un allongement continuel de la substance de chaque ellipsoïde perpendiculairement à ce plan et un raccourcissement parallèle à FG, d'une grandeur exactement suffisante pour empêcher le centre de chaque ellipsoïde de se rapprocher du plan HKK′H′, et pour forcer tous

les centres à se mouvoir en lignes parallèles à FG. Les ellipsoïdes ne sont plus désormais de révolution, mais ont trois axes inégaux : le plus court vertical, le plus long perpendiculaire au plan du diagramme, et le moyen parallèle à FG.

» Pour compléter la transformation, procédons comme suit :

» § 6. Tournons encore les ellipsoïdes dans la direction opposée aux aiguilles d'une montre, comme au § 5, et du même angle; et pendant que, en conséquence, l'assemblage des centres glisse à droite, donnons à la substance de chaque ellipsoïde un aplatissement graduel perpendiculairement au plan HKK'H' et un allongement parallèle à la ligne FG, de manière à rendre le glissement de l'assemblage des centres vers la droite exactement parallèle à la direction initiale de la ligne FG. Le mouvement complet, dont la première moitié a été décrite au § 5 et la seconde moitié au § 6, reproduit exactement ce qui se passe dans la production de la macle artificielle de Baumhauer à une extrémité d'un prisme de spath d'Islande, au moyen d'un couteau appliqué en F, le tranchant perpendiculaire au plan du dessin, et pressé contre l'arête FG de l'angle obtus entre les deux faces supérieures du prisme situées l'une en avant, l'autre en arrière du plan du Tableau. »

MÉCANIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur l'équilibre des atomes et sur l'élasticité des solides, dans la théorie boscovichienne de la matière*. Note de Sir **William Thomson**.

« § 1. Premièrement, supposons les atomes posés en un assemblage simple homogène (suivant la définition de Bravais, qui est la seule définition possible d'un assemblage homogène). Si l'assemblage est homogène à l'infinité de distance en tous sens, chaque atome est équilibré par des paires de forces égales et opposées; et ainsi le système est en équilibre.

» § 2. Si l'assemblage est fini en tous sens, il faut, en général, appliquer des forces déterminées aux atomes voisins de la surface frontière pour maintenir l'équilibre de l'assemblage. La considération de la stabilité de l'équilibre et la considération de ces forces complètent, pour le cas d'un assemblage homogène de points simples, la théorie boscovichienne de l'élasticité des corps solides.

» § 3. Pour préciser nos idées, supposons que la force mutuelle entre deux atomes soit nulle ou insensible à toute distance plus grande que I;

qu'elle soit attractive et connue à toute distance plus petite que I et plus grande que Z; qu'elle soit zéro à la distance Z; qu'elle soit répulsive et connue à toute distance plus petite que Z; et qu'elle soit infiniment grande à toute distance plus petite que A.

» § 4. J'appelle 2A le diamètre de l'atome, A son rayon, I le rayon de son activité.

» § 5. Le cas le plus simple est donné par la supposition (¹) que

$$Z\sqrt{2} = I + q,$$

où q désigne une quantité finie positive.

» Dans ce cas, nous avons équilibre stable, pour l'assemblage entier, sans aucune force aux atomes de frontière; les atomes étant posés en ordre tétraédral, équilatéral, et à une distance voisine Z.

» § 6. Soit donnée une portion quelconque d'un pareil assemblage; et proposons-nous la question : *Quelles sont les forces qu'il faut appliquer à sa surface pour la déformer de façon à convertir le tétraèdre*

$$(Z, Z), (Z, Z), (Z, Z)$$

en un tétraèdre

$$(\xi, \xi'), (\eta, \eta'), (\zeta, \zeta').$$

» Pourvu que la déformation ne diminue aucune ligne de l'assemblage dans un rapport plus grand que le rapport de $I + q$ à I, la question est résolue aussitôt que proposée; parce que chaque atome est sollicité uniquement par les forces de ses douze voisins, et tout autre atome est hors de sa sphère d'influence.

» § 7. La déformation définie par les six variables indépendantes (ξ, ξ'), (η, η'), (ζ, ζ') est la déformation homogène la plus générale; et elle n'est pas limitée à être infiniment petite, comme la déformation est limitée dans la théorie ordinaire de l'élasticité des corps solides. Ainsi est complétée immédiatement, et sans cette limitation, la théorie de l'élasticité de notre solide constitué suivant Boscovich et Bravais.

» § 8. En étudiant un peu les détails de cette théorie pour le cas d'une déformation infiniment petite, mais sans la limitation $I < Z\sqrt{2}$ de la sphère d'influence des atomes, dans une Communication à la Société royale

---

(¹) Cette supposition garantit que la sphère d'influence de chaque atome ne contient que ses douze voisins, si la distance voisine est Z.

d'Édimbourg, qui doit être publiée avant la fin de cette année, j'ai pris comme portion donnée de l'assemblage le *cube primitif* du § 3 de ma Communication précédente à l'Académie. J'ai trouvé trois modules distincts d'élasticité k, n, n_1.

k donne la mesure de la résistance à la condensation;

n la mesure de la résistance contre une déformation glissante parallèle à l'une ou l'autre des paires de faces du cube;

n_1 la mesure de la résistance contre une déformation glissante, parallèle à l'un ou l'autre des six plans diagonaux du cube et perpendiculaire aux arêtes qui sont dans ces plans.

» J'appelle n la rigidité faciale et n_1 la rigidité diagonale.

» Je trouve $n_1 = \frac{1}{2}n$ dans le cas de $I < Z\sqrt{2}$. Mais, dans le cas où $I > Z\sqrt{2}$, n_1 peut être $\gtreqless n$. Enfin, dans tous les cas, $3n + 2n_1 = 3k$; et ainsi, dans le cas de $n_1 = n$, nous avons $k = \frac{5}{3}n$, ce qui est la relation célèbre de Navier et de Poisson entre les deux modules d'un solide qui est isotrope quant à son élasticité.

» § 9. Mais il y a quarante ans que Stokes a montré que cette relation est loin d'être vérifiée par les corps solides actuels; et dans mes *Baltimore Lectures* (oct. 1884), j'ai montré par un modèle, trop grossier et compliqué, qu'elle n'est aucunement nécessaire. Actuellement, j'ai réussi à réaliser tel rapport que l'on veut de k à n dans un assemblage double homogène des atomes boscovichiens. Cet assemblage n'est pas absolument le plus simple; mais il représente un degré seulement vers les complications des combinaisons naturelles des atomes qui constituent les corps actuels. L'assemblage homogène des points simples est assujetti à la loi de Poisson; un assemblage de points doubles ne l'est pas.

» § 10. Revenant aux §§ 2 et 3, il est facile de reconnaître qu'il peut y avoir instabilité dans l'assemblage simple homogène, ou infini, ou fini et ayant les atomes de frontière fixes. Par conséquent, il est certain qu'il peut y avoir équilibre, et équilibre stable, dans un système qui n'est pas simple homogène. Voici maintenant la détermination d'un système double homogène en équilibre, la question de stabilité étant réservée.

» § 11. Commençons par un système simple homogène quelconque d'atomes marqués noirs, et fixons dans sa place chacun de ses atomes. Prenons un autre atome, marqué blanc, mais tout à fait semblable aux noirs du premier assemblage; cherchons pour lui une position, B, où il est équilibré par les forces qu'exercent sur lui les atomes noirs, et laissons-le

à cette place. A chaque point correspondant à B relativement à l'assemblage des noirs, plaçons un atome blanc. Cet atome étant ainsi intercalé dans l'assemblage des noirs, nous avons un assemblage homogène de blancs, semblable à l'assemblage des noirs. Chaque atome blanc est individuellement équilibré par les forces que les noirs exercent sur lui ; il est aussi équilibré par les forces que les autres atomes blancs exercent sur lui, à cause de l'homogénéité de l'assemblage des atomes blancs.

» Remarquons maintenant que chaque atome noir est situé, par rapport aux blancs semblablement à chaque atome blanc par rapport aux noirs. Ainsi, nous voyons que chaque atome noir est équilibré non seulement par les actions des autres atomes noirs, mais aussi séparément par les actions des atomes blancs. Il suit que, à des distances de la frontière $>$I, chaque atome noir et chaque atome blanc peuvent être libérés après que la constitution de l'assemblage double est complété; et le système libre sera en équilibre.

» § 12. Mais les forces qu'il faut appliquer aux atomes dont les sphères d'influence dépassent la frontière, pour maintenir l'équilibre, diffèrent beaucoup des forces qu'il faudrait appliquer aux mêmes atomes s'il n'y avait pas de forces mutuelles entre les noirs et les blancs. La théorie de l'élasticité du solide, composé des deux assemblages homogènes simples, est fondée, d'une part, sur la détermination de la position de l'équilibre du § 11, et d'autre part sur la détermination des forces de frontière indiquées au § 12.

» § 13. Remarquons maintenant que, si l'assemblage simple homogène, par lequel nous commençons, est rangé suivant le système de triangles équilatéraux, la symétrie donne trois positions d'équilibre pour B du § 12.

» En effet, considérons l'octaèdre régulier et les deux tétraèdres orientés en sens opposés qui constituent la partition de l'espace par les plans des triangles d'atomes voisins. Le centre de l'octaèdre et le centre de chaque tétraèdre sont, tous trois, des positions d'équilibre pour B.

» J'ai choisi premièrement le centre d'un des tétraèdres, dans les calculs que j'ai déjà faits et dont les détails sont donnés dans ma Communication à la Société royale d'Édimbourg. Sans calcul, il est facile de voir que, si la distance du centre du tétraèdre à chaque sommet est égale à l'A du § 3, nous avons un solide *incompressible* ($k = \infty$), et que la rigidité de ce solide est moindre que la rigidité du solide idéal composé des atomes noirs et blancs intercalés, mais sans action des noirs sur les blancs. La tendance à l'instabilité qui donne cette diminution de rigidité est vaincue par une tendance

à la stabilité, due à la loi de variation de la force mutuelle de deux atomes voisins noirs et deux atomes voisins blancs. Ces considérations sans calculs sont représentées par un petit modèle stable, mis sous les yeux de l'Académie, dans lequel quatre atomes noirs, placés aux sommets d'un tétraèdre équilatéral, sont joints deux à deux par six ressorts en tension et sont maintenus par quatre petits barreaux rigides dont les autres extrémités aboutissent à un atome blanc placé au centre du tétraèdre. »

ASTRONOMIE. — *Note sur les orbites des étoiles filantes, et sur les points radiants stationnaires;* par M. F. TISSERAND.

« 1. Les beaux travaux de Schiaparelli ont conduit les astronomes à admettre que les étoiles filantes sont groupées en courants disséminés le long d'orbites généralement paraboliques, ayant le Soleil pour foyer. Quand la Terre traverse un de ces courants, ou en passe assez près, il y a chute de météores brillants qui paraissent tous diverger d'un même *point radiant*. C'est un problème bien connu que celui qui consiste à calculer les éléments paraboliques d'un essaim, connaissant la longitude l et la latitude λ du radiant.

» Soient

θ la longitude de la Terre au moment de l'observation;
Ω la longitude du nœud ascendant de l'orbite;
φ son inclinaison sur l'écliptique;
q la distance périhélie,

on a, en supposant, pour fixer les idées, $\lambda > 0$, faisant abstraction de l'excentricité de l'orbite terrestre et prenant son rayon pour unité de longueur,

$$\Omega = \theta + 180°,$$
$$\sqrt{2q}\sin\varphi = h\sin\lambda,$$
$$\sqrt{2q}\cos\varphi = 1 + h\cos\lambda\sin(\theta - l);$$

h est défini par la formule

$$h = \sqrt{1 + \cos^2\lambda\sin^2(\theta - l)} - \cos\lambda\sin(\theta - l).$$

» On tire de là sans difficultés les valeurs de q et φ. Il est possible, sans

effectuer le calcul, d'obtenir *a priori* des renseignements intéressants sur ces valeurs, à l'aide de quelques remarques simples que je vais développer.

» Je pose

$$(1) \qquad \cos\lambda \sin(\theta - l) = \zeta,$$

et je trouve aisément

$$(2) \qquad \cot\varphi \sin\lambda = 2\zeta + \sqrt{1+\zeta^2},$$

$$(3) \quad 2q = 2 - \cos^2\lambda + \zeta^2(1 - 2\cos^2\lambda) + 2\zeta^4 + 2\zeta(\cos^2\lambda - \zeta^2)\sqrt{1+\zeta^2}.$$

» Je vais discuter ces deux formules en regardant λ comme constant et ζ comme variable, ce qui revient à considérer toutes les orbites qui correspondent à des points radiants de même latitude. Je remarque d'abord que ζ est toujours compris entre $\pm\cos\lambda$; la formule (2) montre ensuite que l'on a

$$\cot\varphi < 0 \quad \text{pour} \quad \zeta < -\frac{1}{\sqrt{3}},$$

$$\cot\varphi > 0 \quad \text{pour} \quad \zeta > -\frac{1}{\sqrt{3}}.$$

» Ainsi, le mouvement des corpuscules dans l'orbite parabolique est direct dans le cas de

$$(4) \qquad \sin(\theta - l) > -\frac{1}{\sqrt{3}\cos\lambda};$$

il est rétrograde lorsque

$$(5) \qquad \sin(\theta - l) < -\frac{1}{\sqrt{3}\cos\lambda}.$$

» S'il arrive que $\cos\lambda$ soit $< \frac{1}{\sqrt{3}}$ ou $\lambda > 54°44'$, la dernière condition ne sera jamais remplie, et le mouvement ne pourra pas être rétrograde. Il est facile de vérifier la chose sur le Catalogue de 189 points radiants avec orbites correspondantes, dressé par Schiaparelli d'après les observations de Zezioli. Dans tous les cas, l'inspection des inégalités (4) et (5) fixera immédiatement sur le sens du mouvement.

» Je passe maintenant à la formule (3); je trouve d'abord

$$\frac{dq}{d\zeta} = \zeta(1 - 2\cos^2\lambda + 4\zeta^2) + \frac{\cos^2\lambda + \zeta^2(2\cos^2\lambda - 3) - 4\zeta^4}{\sqrt{1+\zeta^2}}.$$

» Je cherche ensuite les valeurs de ζ qui annulent cette dérivée; en chassant le radical et réduisant, il vient simplement

$$\zeta^2(1 + 2\cos^2\lambda) - \cos^4\lambda = 0.$$

On en tire, en écartant une solution étrangère introduite par l'élévation au carré, et mettant un accent à la solution conservée,

$$\zeta' = -\frac{\cos^2\lambda}{\sqrt{1 + 2\cos^2\lambda}}, \quad \sin(\theta' - l) = -\frac{\cos\lambda}{\sqrt{1 + 2\cos^2\lambda}};$$

on vérifie immédiatement que la valeur absolue de $\sin(\theta' - l)$ est < 1. La dérivée $\frac{dq}{d\zeta}$ est positive pour $\zeta = 0$; donc, ζ croissant de 0 à $+\cos\lambda$, q croît sans cesse, de $q'' = \frac{1 + \sin^2\lambda}{2}$ à 1. Si donc on a

$$(6) \qquad \sin(\theta - l) > 0,$$

q sera nécessairement compris entre q'' et 1; on voit, en particulier, que toutes les orbites paraboliques qui correspondent à l'inégalité (6) ont des distances périhélies supérieures à $\frac{1}{2}$; elles sont d'ailleurs toutes parcourues dans le sens direct.

» Lorsque ζ croît de $-\cos\lambda$ à ζ', q décroît de 1 jusqu'à un certain minimum q', pour augmenter ensuite de q' à q'' quand ζ varie de ζ' à 0. On trouve sans peine

$$(7) \qquad q' = \sin^2\lambda \frac{2 + 9\cos^2\lambda + 12\cos^4\lambda + 4\cos^6\lambda}{2(1 + 2\cos^2\lambda)^2}.$$

» Les distances périhélies supérieures à q'' seront nécessairement les plus nombreuses, puisqu'elles peuvent être obtenues avec des valeurs positives ou négatives de $\sin(\theta - l)$; on n'aura, au contraire, de faibles distances périhélies qu'avec des valeurs négatives de $\sin(\theta - l)$, et encore ces distances seront-elles supérieures à q'.

» Il est facile de voir que l'expression (7) de q' croît de 0 à 1 quand λ varie de 0 à 90°; le petit Tableau ci-dessous donne, d'ailleurs, une idée de la marche de q' et q'' considérés comme des fonctions de λ :

λ.	q'.	q''.
0°	0,000	0,500
10	0,042	0,516
20	0,169	0,559
30	0,344	0,625

λ.	q'.	q''.
40°	0,534	0,707
50	0,708	0,793
60	0,844	0,875
70	0,935	0,942
80	0,984	0,985
90	1,000	1,000

» 2. On peut tirer parti des considérations précédentes dans la question des points radiants stationnaires, question soulevée par M. Denning depuis quelques années. Cet astronome a indiqué un certain nombre d'essaims qui lui ont paru se maintenir en activité pendant trois mois, et quelquefois davantage; durant ce long intervalle de temps, les étoiles filantes d'un même essaim divergeraient d'un même point du ciel.

» L'angle $\theta - l$, qui figure dans la définition (1) de ζ, augmentant de 90° en trois mois, la quantité ζ subirait des variations considérables et il en serait de même de φ et de q. Il est donc bien évident que les apparitions mentionnées par M. Denning ne peuvent pas se rapporter à un seul courant météorique. Peut-être pourrait-on supposer du moins qu'elles proviennent d'une famille d'orbites présentant entre elles un certain lien. Cela même n'est pas probable; car, si le quadrant que parcourt l'angle $\theta - l$ est convenablement placé, on voit, d'après la discussion ci-dessus, que le mouvement sera direct dans une partie des orbites et rétrograde dans les autres. De même, pour les unes, la distance périhélie sera petite; pour d'autres, elle sera voisine de l'unité. La seule relation assez simple que j'ai pu établir entre toutes les orbites est la suivante : leurs plans enveloppent un cône du second degré.

» Je vais considérer spécialement l'un des essaims de M. Denning. Le point radiant, voisin de l'étoile β Triangle, a pour coordonnées ([1])

$$Æ = 30°,0, \qquad D = +36°,0;$$

M. Denning dit qu'il reste en activité du 16 juillet au 14 novembre. On trouve aisément

$$l = 40°49', \qquad \lambda = +22°14'.$$

» J'ai choisi cinq dates équidistantes entre les limites d'activité et, en

([1]) *Monthly Notices of the royal astronomical Society*, t. XLV, p. 102.

remplaçant θ par ses valeurs correspondantes, j'ai obtenu les résultats suivants :

	ζ.	φ.	q.
20 juillet............	−0,9022	140°,4	0,891
18 août.............	−0,8948	139,8	0,859
16 septembre.........	−0,6776	111,3	0,293
15 octobre...........	−0,2937	39,8	0,305
13 novembre.........	+0,1690	15,6	0,704

» L'inspection de ces nombres montre que le mouvement, qui était rétrograde aux trois premières dates, est devenu direct aux deux dernières. Le 20 juillet et le 18 août, on a vraisemblablement le même essaim; mais il ne paraît avoir aucune parenté avec les trois autres, soit au point de vue de l'inclinaison, soit à celui de la distance périhélie.

» Il semble plutôt que ce soient des essaims différents qui viennent en quelque sorte fortuitement se rajuster les uns aux autres; cela n'a peut-être rien d'impossible quand on a égard, d'abord au grand nombre des courants météoriques, et surtout au peu de précision des observations par lesquelles on détermine les points radiants. J'ai fait encore une série d'essais en supposant les orbites elliptiques et non plus paraboliques, et faisant varier leurs grands axes d'une date à l'autre; je suis arrivé à des résultats du même ordre que les précédents. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les relations de l'azote atmosphérique avec la terre végétale. Réponse à M. Berthelot;* par M. **Th. Schlœsing.**

« Dans la dernière séance de l'Académie, M. Berthelot a lu une Note intitulée : *Remarques sur les conditions où s'opère la fixation de l'azote par les terres argileuses,* et qui est uniquement consacrée à la critique des expériences dont j'ai présenté les résultats dans la séance du 5 août. Je vais répondre à M. Berthelot aussi brièvement qu'il me sera possible.

» La lecture de sa Note me suggère tout d'abord l'observation suivante :

» Les Notes que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie résument parfois, en quelques pages, des recherches laborieuses et de longue haleine; elles sont par conséquent très sobres de détails. En général, je m'efforce de bien poser la question étudiée, j'indique le plan des recherches et les moyens d'exécution, puis viennent les résultats et la conclusion. C'est ainsi que j'ai procédé, en particulier, dans la rédaction de mes Notes sur

la fixation de l'azote gazeux par la terre végétale. Ces détails, que je passe sous silence, M. Berthelot en dispose arbitrairement et les remplace par des circonstances favorables à sa thèse, et qui sont accablantes pour moi. J'ai déjà eu à me défendre contre ce système, dans des discussions antérieures; nous allons le retrouver.

» Après avoir rappelé qu'il a pris soin d'établir les conditions négatives, où la fixation n'a point lieu, et les conditions positives, où cette fixation s'accomplit, M. Berthelot prétend que j'ai choisi les conditions négatives, *comme de propos délibéré*. Je vais montrer que j'ai choisi au contraire, de propos délibéré, des conditions toutes positives, me conformant ainsi d'avance au précepte que rappelle mon Confrère : « Pour avoir le droit de » contredire un résultat, il est de règle scientifique de se placer dans les » conditions mêmes où il a été obtenu. »

« M. Schlœsing, dit M. Berthelot, a opéré sur des flacons remplis au » tiers de terre, bouchés, couchés dans une petite serre, maintenus à une » douce chaleur, et qui ont été débouchés seulement une heure par se» maine.... » Cette manière d'expérimenter en flacons clos, je l'ai trouvée dans un Mémoire de M. Berthelot ([1]). Je lis, à la page 55 : « Quatrième » série. *Flacons bouchés à l'émeri.* — C'est ici la série fondamentale pour » la démonstration de la fixation de l'azote par les terres argileuses ».

» Devant cette déclaration solennelle, je n'avais pas à hésiter : j'ai usé de flacons fermés. Du reste, que les terres soient dans des flacons, dans des allonges, sous des cloches, peu importe la forme du vase; l'essentiel est d'opérer dans une atmosphère confinée, pour éliminer tout apport d'ammoniaque ou d'acide nitrique qui se produirait au libre contact de l'air, mais dans une atmosphère toujours oxygénée, pour éviter le développement des microbes anaérobies.

» Mais voici où j'ai péché :

» Mes flacons ont été débouchés seulement une heure par semaine, et mes atmosphères confinées, trop peu renouvelées, ont perdu leur oxygène, circonstance mortelle pour les microbes fixateurs d'azote. C'est là l'objection sur laquelle insiste le plus M. Berthelot; mais il dit aussi que les doses d'eau étaient, dans la plupart de mes terres, trop élevées, et encore que mes expériences ont été commencées à la fin d'août, après la période de la végétation annuelle. Je réponds sur ces trois points.

» *Composition des atmosphères confinées.* — J'ai beaucoup étudié, bien

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XIII, p. 55.

avant que M. Berthelot s'occupât de questions agricoles, les rapports de terres très diverses avec l'oxygène de l'air, surtout à l'époque déjà éloignée où je poursuivais des recherches sur les conditions de la nitrification dans la terre végétale. L'expérience m'a appris que des terres d'une richesse moyenne en matières organiques, comme celles de Motteville et de Sauxemesnil, emploient une semaine au moins, l'été, par une température de 20°-25°, pour consommer l'oxygène de l'air contenu dans leurs interstices, alors qu'elles remplissent exactement un flacon bouché. Or le volume de l'air confiné dans la terre est, à peu près, la moitié du volume de celle-ci. Il résulte de là que mes flacons, remplis seulement *au tiers*, possédaient une réserve d'oxygène qui ne pouvait être épuisée qu'en cinq semaines. Cette réserve n'était pas même bien nécessaire, les flacons étant ouverts toutes les semaines.

» Mais voici un fait qui est encore plus probant que mon raisonnement. Ayant négligé, deux semaines de suite, de déboucher mes flacons, je me suis cru tenu d'en analyser les atmosphères, avant de réparer mon oubli. La dose maxima d'acide carbonique a été trouvée de 1,5 pour 100; la dose minima d'oxygène a été de 17,1 pour 100. Donc je puis affirmer que mes atmosphères ont toujours eu une composition voisine de celle de l'air normal [1]. Ainsi tombe l'objection capitale de M. Berthelot.

» *Humidité de mes terres*. — Parmi les conditions positives énoncées par M. Berthelot [2], je trouve la suivante concernant l'humidité : dosage d'eau limité de 2-3 à 15 pour 100 de terre sèche. Or les humidités de mes terres, ainsi qu'il résulte du Tableau contenu dans ma Note du 5 août, ont toutes été comprises entre ces limites.

» Je ferai observer ici que le taux absolu de l'eau contenue dans une terre est une donnée tout à fait insuffisante, lorsqu'il s'agit de l'influence de l'humidité sur la vie et le travail des microbes. Il faut compléter ce renseignement par des notions sur la constitution physique de la terre. Par exemple, une terre très argileuse est moins *mouillée* avec 15 pour 100 d'eau qu'une terre sableuse avec 5 pour 100. C'est pourquoi j'ai limité la dose d'eau dans mes sols de Joinville à 4-6 pour 100, tandis que j'ai laissé dans mes sols de Motteville et de Sauxemesnil de 11,3 à 14,9 pour 100 d'eau.

» *Saison défavorable*. — Sur ce point, je rappellerai d'abord à M. Berthelot

---

[1] Les flacons étaient simplement fermés avec ces bouchons de liège plats qu'on appelle des *broches*.

[2] *Annales de Chimie et de Physique*, t. XIV.

qu'il a obtenu de très remarquables fixations d'azote en opérant sur des lots de 50^{kg} de terres, abandonnées dans un grenier depuis le 25 octobre 1885 jusqu'au 20 novembre 1886. Ces expériences ont été commencées plus tard encore que les miennes, entreprises du 14 au 21 août.

» Mais admettons avec M. Berthelot que la fixation ait lieu surtout pendant la période d'activité de la végétation. La durée de mes expériences ne comprend-elle pas la fin de la saison végétative de 1888, et les mois d'avril, mai, juin de 1889? Pourquoi les microbes fixateurs d'azote n'ont-ils pas travaillé pendant le temps favorable? Cette fois, je ne puis être accusé de les avoir tués.

» M. Berthelot va nous dire pourquoi ils ont suspendu leur travail; encore ici, il a trouvé une condition négative, tellement négative que *le résultat négatif de mes expériences était écrit d'avance.* Cette condition s'énonce ainsi : *des terres qui viennent de porter des Légumineuses sont saturées d'azote et sont incapables d'en fixer de nouvelles quantités.*

» Voilà une condition qui est de bien fraîche date. Je ne la trouve pas au nombre de celles que M. Berthelot a posées dans l'un de ses Mémoires (¹); parmi ces conditions, j'en vois bien une qui est relative au taux d'azote des terres, qui doit être compris entre 0,1 et 1,3-1,7 pour 1000. A cet égard, je suis en règle, mes taux étant compris entre 0,33 et 1,12. Je vois encore que la fixation d'azote ne se peut continuer indéfiniment dans une terre sans végétation, ce qui est bien incontestable; mais de saturation après certaines cultures et d'incapacité à fixer l'azote provenant de ce chef, il n'en est pas question.

» Il n'en est même pas question dans les pages du Mémoire inséré aux *Annales de Chimie et de Physique*, avril 1889, auxquelles M. Berthelot me renvoie. Je viens de relire ces pages très attentivement : elles rapportent les conclusions tirées par l'auteur de ses expériences sur la culture de Légumineuses. M. Berthelot constate la fixation de quantités d'azote souvent considérables, réalisées à la fois par les plantes et par les sols; pour ceux-ci, les quantités d'azote fixées sont tantôt supérieures, tantôt inférieures à celles que ces sols nus auraient fixées. Mais, ni dans ces pages, ni dans aucun des Mémoires de M. Berthelot, je ne trouve énoncé le fait qu'il m'oppose. Je ne connais aucune expérience de mon Confrère qui montre qu'un sol venant de porter des Légumineuses est saturé d'azote et n'en peut plus fixer.

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XIV; 1888.

» Enfin, pour achever sa démonstration, M. Berthelot invoque les résultats, conformes aux siens, obtenus par des observateurs autorisés, entre autres MM. Dehérain, Hellriegel et Wilfarth, Bréal, Franck. Mais il confond ici deux questions parfaitement distinctes :

» La fixation de l'azote gazeux par la terre végétale nue;

» La fixation de l'azote gazeux par certaines espèces végétales.

» Je n'ai jamais envisagé que la première question.

» Les observations très intéressantes de M. Dehérain sur les parcelles cultivées de sa station de Grignon; les beaux travaux de MM. Hellriegel et Wilfarth; les expériences ingénieuses de M. Bréal concernent spécialement la deuxième question, et ne résolvent nullement la première.

» En définitive, je puis maintenir ma conclusion antérieure, à savoir que je n'arrive pas à constater la fixation de l'azote par des terres végétales variées, sans végétation, bien que je me place dans des conditions où M. Berthelot l'a observée. J'ajoute qu'il m'est permis de garantir tous les chiffres qui figurent dans mes Notes, ayant moi-même exécuté jusqu'aux moindres opérations exigées par mes recherches. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Propriétés pathogènes des microbes contenus dans les tumeurs malignes*. Note de M. **Verneuil**.

« On discute beaucoup depuis quelque temps sur la nature parasitaire ou microbienne des tumeurs malignes : cancer, sarcome, épithéliomes, etc.

» Ceux qui l'admettent invoquent l'existence au sein de ces tumeurs de microbes divers réputés agents réels, cause première de la néoplasie.

» Ceux qui, sans la nier formellement, la mettent au moins en doute jusqu'à plus ample informé, ne voient dans cette invasion microbique, d'ailleurs indéniable en certains cas, qu'un fait accidentel, inconstant, n'étant pour rien dans l'apparition première et le développement régulier des néoplasmes.

» C'est cette dernière opinion que j'ai admise en 1883, époque à laquelle M. Nepveu, alors mon chef de laboratoire, et moi avons constaté, les premiers je crois, l'invasion microbienne de certaines tumeurs [1], et

---

[1] Sans attacher une très grande importance à la question de priorité et disposé, d'ailleurs, à accepter toute revendication fondée, je crois pouvoir réclamer, pour la clinique chirurgicale de la Pitié, la recherche préméditée, la découverte des microbes

que je conserve après avoir lu les divers travaux publiés sur ce sujet, y compris l'intéressante Note que j'ai eu l'honneur de vous communiquer le 30 avril 1888 de la part de M. Nepveu, actuellement professeur d'Anatomie pathologique à Marseille.

» En refusant aux micro-organismes le rôle étiologique initial, je n'entends pas dire que leur présence au sein des tumeurs soit indifférente et ne mérite aucune attention. Tout au contraire, je pense, sans savoir à la vérité d'où ils viennent et comment ils envahissent le parenchyme morbide, je pense, dis-je :

» 1° Qu'ils modifient la nutrition des néoplasmes, accélèrent leur marche, activent la prolifération cellulaire et sont notamment les agents principaux de l'ulcération et surtout de ce travail de ramollissement dont les causes sont restées jusqu'ici fort obscures ;

» 2° Qu'ils possèdent par eux-mêmes des propriétés pathogènes spéciales en vertu desquelles ils agissent sur l'économie en certains cas à la manière des poisons septiques.

» J'ai émis ces opinions et fourni des faits à l'appui, dans un travail publié au commencement de 1884 [1] et dont je demande à les extraire :

» En juillet 1883, j'extirpai du creux poplité un volumineux fibrome englobant le nerf sciatique. La tumeur était recouverte de peau saine, mais présentait à sa périphérie et dans sa profondeur plusieurs foyers de ramollissement.

» Le sujet, jeune et robuste, offrait toutes les apparences de la santé. La température était à 36°,4 le matin de l'opération ; celle-ci avait été un peu longue et laborieuse, mais pratiquée avec toutes les précautions antiseptiques ; j'avais appliqué avec soin le pansement ouaté d'Alphonse Guérin, sous lequel la fièvre traumatique manque le plus souvent, ou reste au moins fort légère. Grande fut donc ma surprise lorsque je constatai, le lendemain matin, vingt-deux heures après l'acte opératoire, une ascension de 3 degrés, suivie à la vérité d'une descente immédiate, lente et régulière, ce qui représentait le tracé type de ce que j'ai appelé la *fièvre traumatique par inoculation*.

» Je m'évertuais à chercher l'origine de cette infection soudaine, lorsque M. Nepveu m'apprit que les points ramollis du fibrome contenaient en assez grande abondance

---

dans les néoplasmes et les principales conséquences de l'invasion microbique. Personne, à ma connaissance, n'ayant cité nos études, je me permets de les rappeler et de renvoyer, pour établir nos droits, à la *Gazette hebdomadaire de Médecine et de Chirurgie*, janvier 1884, n° 1, p. 5.

(1) *De la fièvre traumatique et des fièvres épitraumatiques* (*Gazette hebdomadaire*, 1884, n°s 1, 2, 3). Le titre de ce Mémoire ne laisse pas soupçonner qu'on y parle de microbes, ce qui explique sans doute comment nos observations ont échappé aux bactériologistes.

des microcoques, des diplocoques et des microbactéries, dont on ne retrouvait aucune trace dans les points restés durs de la tumeur.

» Tout pénétré que j'étais alors de mes idées sur l'*auto-inoculation traumatique* (1), j'en vis dans ce cas une nouvelle confirmation, et j'admis que, pendant le cours de la dissection de la tumeur, les microbes des points ramollis s'étaient répandus dans la plaie opératoire et l'avaient inoculée.

» Depuis cette époque, j'ai maintes fois constaté avec M. Nepveu, et plus récemment avec M. Clado, mon nouveau chef de laboratoire, la présence de microbes divers dans ces points ramollis et non ailleurs, ce qui confirme absolument nos vues sur la relation existant entre l'invasion microbique et le ramollissement des tumeurs (2).

» Quant au danger résultant de cette invasion et de la contamination du foyer opératoire par les matières renfermées dans les points ramollis, il m'a fallu attendre plus de cinq ans pour en trouver un nouvel exemple suffisamment démonstratif (3).

» Cette fois encore il s'agissait d'une tumeur de la cuisse de la variété dite *myxosarcome*, qui avait pris en peu de temps un volume considérable sans néanmoins provoquer de douleurs vives ni altérer la santé générale. La tumeur était recouverte de peau saine, mais elle était adhérente dans la profondeur et enclavée dans les interstices musculaires. Pour faciliter l'extirpation, je procédai par énucléation et morcellement; mais le tissu était çà et là si ramolli que la surface des coupes laissa écouler une pulpe semi-liquide abondante, trouble et de mauvaise odeur, qui se répandit dans la cavité de la plaie et y séjourna jusqu'à la fin de l'opération; liquide

---

(1) Idées que j'allais exposer à Rouen à la session de l'Association française pour l'avancement des Sciences le 23 août 1883. Voir *Revue de Chirurgie*, t. III, p. 921.

(2) Je renvoie au Mémoire de M. Nepveu : *Contribution à l'étude des Bactériens dans les tumeurs* (*Gaz. hebd.*, mai 1888).

(3) Je me fais un devoir de rappeler que le danger de l'infection des plaies opératoires par les substances ramollies que renferment certains néoplasmes a été reconnu de nouveau par un chirurgien très distingué de province, M. le professeur Gross, de Nancy, et signalé explicitement, dans une observation très complète et très judicieusement commentée, dont le titre au reste est significatif : *Septicémie foudroyante par auto-inoculation traumatique* (*Gaz. hebd.*, 12 mars 1886).

Dans un travail destiné à démontrer la nature parasitaire du cancer, le Dr Lumpiasi-Rubino rapporte des expériences qui confirment mes opinions sur les propriétés infectieuses des microbes que contiennent certaines tumeurs malignes. Les cultures de ces microbes inoculés à différents animaux, chiens, cobayes, lapins, en ont fait périr un grand nombre [*Sulla natura parassitaria dei tumori cancerosi* (*Riforma medica*, gennaio 1888)].

qui, examiné immédiatement et plus tard après culture, se montra rempli de micro-coques divers et de bactéries multiformes.

» La plaie, soigneusement lavée, fut réunie, drainée et recouverte d'un pansement antiseptique, puis d'une épaisse couche d'ouate. Le premier jour se passa sans incident; mais, dès le lendemain, la fièvre s'alluma et prit aussitôt le caractère grave de la septicémie pendant que la cuisse tout entière se gonflait et devenait le siège d'une inflammation phlegmoneuse généralisée. Malgré nos efforts, l'opéré, présentant tout le cortège des maladies infectieuses, succomba au bout du neuvième jour [1].

» En recherchant avec attention les causes de cette terminaison funeste, qu'on devait craindre d'autant moins que la constitution du malade était excellente, que l'opération, relativement simple et n'ayant intéressé aucun organe important, avait été exécutée suivant les règles de l'antiseptie, et qu'enfin l'état sanitaire de nos salles était en ce moment très bon, j'ai et je garde la conviction que le phlegmon de la cuisse et la septicémie ont eu pour point de départ le contact intime et prolongé des parois de la plaie avec le liquide infectant fourni par les points ramollis de la tumeur et empruntant ses propriétés aux nombreux microbes décelés par l'examen bactériologique.

» Je crois d'autant plus opportun de signaler ce danger, spécialement inhérent à l'extirpation des tumeurs en voie de ramollissement, qu'on peut dans une certaine mesure le conjurer en employant les très simples précautions suivantes :

» A. Étant reconnu ou au moins soupçonné le ramollissement d'une tumeur, enlever celle-ci d'une seule pièce sans l'entamer, l'énucléer, la morceler, la déchirer ni l'arracher.

» B. S'il arrive pourtant que les foyers ramollis, ouverts par une manœuvre quelconque, viennent à verser leur contenu fluide dans la cavité opératoire, il faut laver soigneusement et largement la plaie avec une solution antiseptique suffisamment forte et y revenir, au besoin, plusieurs fois pendant l'extirpation et après, bien entendu.

» C. Si, malgré tout, on avait lieu de craindre l'inoculation de la plaie par les microbes ou leurs produits, on devrait rejeter la réunion immédiate et choisir un des procédés du pansement antiseptique ouvert.

» Bien que la présente Note ait surtout pour but de mettre en évidence un point de Bactériologie clinique et non pas de traiter une question de

---

[1] Cette observation sera publiée *in extenso* dans un prochain numéro de la *Revue de Chirurgie*.

Médecine opératoire, *hic non est locus*, j'ai tenu à exposer sommairement les mesures préservatrices, pour bien montrer que les recherches nouvelles, loin d'être spéculatives et théoriques, comme quelques-uns affectent de le croire, sont au contraire, pour la pratique chirurgicale elle-même, d'une utilité incontestable et immédiate.

» Conclusions. — 1° Le tissu des néoplasmes malins, cancers, sarcomes, épithéliomes, etc., peut être envahi, à un moment donné, par des microbes divers dont on ne peut encore déterminer sûrement ni l'origine, ni le genre, ni le nombre.

» 2° Cette invasion, dont les causes et le mécanisme sont également inconnus, peut rester plus ou moins longtemps latente, mais aussi, en certains cas, amener, dans l'évolution et la nutrition des tumeurs, diverses modifications, telles que l'accroissement rapide, le ramollissement et l'ulcération.

» 3° Les microbes ne se rencontrent pas dans tous les genres de néoplasmes, ni dans tous les néoplasmes d'un même genre, pas même dans tous les points d'un néoplasme cependant envahi. On ne les trouve, par exemple, ni dans les lipomes, ni dans les fibromes purs, ni dans les sarcomes ou les cancers commençants, à marche lente, à l'état cru et recouverts de peau saine ; au contraire, on les observe à peu près constamment dans les néoplasmes ramollis et ulcérés.

» 4° Ces microbes, outre l'action irritante, phlogogène et pyrogène qu'ils exercent localement sur le tissu même de la tumeur envahie, possèdent d'autres propriétés pathogènes qui peuvent intéresser l'économie tout entière. Ainsi, suivant toute vraisemblance, ils sont capables d'allumer une fièvre plus ou moins intense et irrégulière alors qu'ils sont encore renfermés dans une tumeur en voie d'accroissement rapide ou de ramollissement.

» De plus, lorsque, pendant l'ablation d'une tumeur qui les renferme, ils peuvent, mélangés aux fluides contenus dans les points ramollis, se répandre dans la plaie opératoire, ils la contaminent, l'infectent et l'inoculent de façon à provoquer le développement d'une fièvre septicémique capable d'entraîner la mort.

» 5° La connaissance de ce dernier fait, outre qu'elle plaide en faveur de l'ablation précoce des néoplasmes malins, si désirable à tous les points de vue, dicte encore aux chirurgiens certaines mesures préventives pendant et après l'extirpation des tumeurs infectées par les microbes. »

ZOOLOGIE. — *Sur les progrès de la station de Roscoff.* Note de M. de Lacaze-Duthiers.

« L'Académie me permettra-t-elle de lui communiquer, en quelques mots, le récit d'un voyage que je viens de faire à Roscoff?

» M. Armand Fallières, Ministre de l'Instruction publique, partait, mercredi soir 21, pour le Finistère. J'ai été heureux de l'accompagner et d'avoir l'honneur de lui montrer en détail la Station de Zoologie marine de Roscoff, dont la fondation m'a coûté tant de peine et pour le développement et l'agrandissement de laquelle il m'a fallu faire tant d'efforts et avoir tant de persévérance pendant près de vingt ans.

» L'Académie comprendra quelle doit être ma réserve en signalant cette visite, aussi utile qu'heureuse à tous les points de vue.

» En plus d'une occasion, j'ai fait la description du Laboratoire de Roscoff : je n'y reviendrai donc pas; je rappellerai seulement que l'aquarium seul, indépendamment des salles de travail, occupe une superficie de 3 ares. Cela peut donner une idée de l'étendue de la station, surtout si j'ajoute que seize chambres fournissent le logement aux travailleurs.

» La station a été faite de pièces et de morceaux, qu'il a fallu enlever successivement de haute lutte par des acquisitions difficiles et coûteuses.

» Deux chemins avec servitudes anciennes au bord de la mer et dont les marins du pays avaient une grande habitude, une batterie du génie, deux parcelles de terrain, deux maisons enclavées dans les abords du laboratoire n'ont pu être arrachés qu'à force de sollicitations et au prix des sacrifices les plus élevés.

» Ainsi que M. le Ministre a pu le constater, dans son ensemble la station est complète. Son extension est terminée et j'ai été assez heureux pour pouvoir lui montrer que les salles de travail et l'aquarium sont aujourd'hui éclairés par la lumière électrique. L'année dernière, j'avais installé une machine à vapeur pour alimenter l'aquarium. Cette année le complément qui s'imposait devait être l'aménagement de l'éclairage électrique. Il vient d'être terminé.

» Voilà donc les deux stations sœurs, l'une d'été à Roscoff, l'autre d'hiver à Banyuls, terminées; elles se complètent avantageusement et sont aujourd'hui placées sur le même pied. L'une et l'autre ont les moyens de travail les plus perfectionnés.

» Qu'il me soit permis d'ajouter que les deux laboratoires maritimes, que j'ai annexés à la Sorbonne, au grand bénéfice des études zoologiques, sont les premiers à avoir joui des avantages de la lumière électrique, et je tiens à rappeler que, si l'un (Roscoff) a été fondé au moyen des sacrifices de l'État, l'autre (laboratoire Arago) a été construit et aménagé à l'aide des dons qui m'ont été faits et des sommes qui m'ont été confiées par les amis soucieux du progrès de la Science française. Je dois encore signaler ce dernier fait : c'est que l'installation de la lumière électrique à Roscoff, qui vient d'être terminée il y a huit jours, est due à l'initiative privée et ne coûte rien à l'État. »

ÉLECTRICITÉ. — *Coup de foudre sur la tour Eiffel.* Note de M. Mascart.

« Plusieurs de nos Confrères ont pensé qu'il serait utile de donner quelques renseignements sur un coup de foudre qui a frappé le paratonnerre de la tour Eiffel pendant la soirée du 19 août 1889, et au sujet duquel on a publié des relations souvent exagérées. J'emprunterai les détails au Rapport rédigé par M. Foussat, chef du service électrique, qui se trouvait sur la plate-forme supérieure pendant l'orage.

» La tour est munie actuellement d'une tige centrale au sommet et de huit tiges obliques sur la balustrade de la troisième plate-forme. La pointe de bronze avec bout de platine qui terminait la tige centrale avait été enlevée quelques semaines auparavant, parce qu'elle éprouvait des oscillations qui en faisaient craindre la chute.

» A $9^h 40^m$, une décharge a eu lieu sur le paratonnerre principal du sommet; elle a été accompagnée d'un bruit épouvantable, analogue à la détonation de deux pièces d'artillerie de petit calibre. Quelques gouttelettes rouges se sont détachées de la pointe; elles étaient dues probablement à la combustion dans l'air de parcelles de fer volatilisées. On a remarqué, en effet, que l'écrou qui terminait la tige portait de petites bavures qu'il a été nécessaire de limer pour remonter une aigrette de pointes.

» Sur les paratonnerres de la plate-forme, on aperçut à diverses reprises des fusées lumineuses accompagnées d'un crépitement très manifeste.

» Le gardien du phare était près de son appareil, deux hommes manœuvraient les projecteurs sur la plate-forme et M. Foussat était lui-même adossé à la rampe, regardant le paratonnerre du phare. Il est intéressant

de signaler qu'aucune de ces quatre personnes n'a éprouvé la moindre secousse au moment du coup de foudre; cependant, à cause de l'abondance de la pluie et de la possibilité d'un danger dans le cas d'une nouvelle décharge, les projecteurs ont été éteints et les trois personnes situées sur la plate-forme sont rentrées dans les laboratoires. Un nuage descendu alors jusqu'à la hauteur du phare s'est trouvé vivement éclairé. C'est sans doute à cette dernière circonstance qu'est due l'impression éprouvée par certaines personnes situées à quelque distance dans Paris, que le sommet de la tour, après l'éclair, paraissait enveloppé d'une lueur électrique tellement éclatante qu'elle a éclipsé la lumière des projecteurs.

» J'ajouterai que les instruments météorologiques placés au bas du paratonnerre n'ont subi aucun dommage.

» Ce coup de foudre est, en somme, conforme à tous les faits connus; il a montré aussi que la communication de la tour au sol est parfaite et que la sécurité dans l'édifice est absolue. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Hélouïs** adresse une Note relative aux résultats obtenus par un nouveau mode d'emploi du sulfure de carbone pour le traitement des vignes phylloxérées.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. E. **Delaurier** adresse une nouvelle Note relative à un procédé de destruction du grisou.

(Renvoi à la Commission du grisou.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Directeur de l'École d'Alfort** informe l'Académie que l'inauguration de la statue élevée à notre Confrère *H. Bouley* aura lieu le 5 septembre, à l'École d'Alfort.

GÉODÉSIE. — *Observations du pendule, effectuées en Russie.* Extrait d'une Lettre adressée à M. Faye par M. le général **Steibnitski.**

« La Société russe Impériale de Géographie est maintenant en possession de trois pendules munis de couteaux en agate : deux pendules lourds (I et II) ont un poids de 2053^{gr} chacun; le troisième plus léger (III) pèse 1055^{gr}. Ils ont été construits à Hambourg par le mécanicien Repsold.

» Avec ces pendules, M. Lenz a fait des expériences à Berlin, à l'endroit de détermination classique de la longueur du pendule à secondes de Bessel. Le système des observations adopté est le suivant :

» Avant le départ et au retour d'une expédition, il est procédé chaque fois, à l'observatoire de Poulkova, à des expériences avec deux pendules de grand et de plus faible poids. L'expédition est munie de deux pendules, II et III, avec lesquels on procède à des expériences sur des points choisis, ce qui exclut les oscillations provenant du support. Pendant les observations à Poulkova et aux points choisis, outre les observations des oscillations des pendules, on mesure, au moyen de deux microscopes et d'une échelle fixée à l'appareil, la longueur des pendules entre ses couteaux. De cette façon, les déterminations de longueur du pendule à secondes sont absolues et en même temps relatives à celle de Poulkova.

» En 1887, pour les observations du pendule, on avait choisi les deux points le plus au nord de la Russie d'Europe, où ces observations pouvaient être le plus commodément exécutées, notamment au petit Karma-kul, à la Nouvelle-Zemble, où se trouvait la station polaire internationale de Météorologie (lat. 72°22′36″ et long. 52°36′6″ à l'est de Greenwich) et à Arkhangel (lat. 68°39′20″ et long. 40°31′6″ à l'est de Greenw.).

» Les observations sur ces points furent effectuées avec grand succès par le lieutenant de marine Wilkitsky [1]. L'erreur probable de la durée de l'oscillation, déduite de trois séries d'observations, est $\pm 0^{s},0000008$ et l'erreur probable de distance des couteaux, déduite de quatre séries d'observations, est $\pm 0^{mm},00077$; en sorte que l'erreur probable de longueur du pendule à seconde est $\pm 0^{mm},0046$. Il en résulte que le lieutenant

(1) M. Wilkitsky, avec le concours de l'astronome de Poulkova, M. Wittram, a déterminé par télégraphe la différence des longitudes Arkhangel-Poulkova.

Wilkitsky a évalué la longueur du pendule à secondes, réduite au niveau de la mer :

A la Nouvelle-Zemble (petit Karma-Kul)......	995^{mm},6988
A Arkhangel..............................	995,2014

» En 1888, la Commission de la Société de Géographie a résolu de déterminer la longueur du pendule à secondes aux points du parallèle de 52°, dont les longitudes sont déterminées par télégraphe. Dans cette même année, M. Sokoloff a fait des observations sur deux points : Varsovie et Bobrouisk. Les calculs se font en ce moment et seront bientôt achevés.

» Cette année, des observations analogues se poursuivent suivant le même parallèle et le lieutenant Wilkitsky est parti avec l'appareil de pendule pour des observations à Orel, Lipetsk et Saratow.

» En dehors de ces observations, l'année dernière, le Directeur de l'Observatoire astronomique de Moscou, M. Bredikhin, avec le concours de son assistant M. Sternberg, au moyen de l'appareil Repsold appartenant à l'Institut des arpenteurs Constantin ([1]), a fait des observations sur deux points également rapprochés du parallèle de 52°, savoir : 1° la bourgade Geltoukhin dans le gouvernement de Riazan (latitude 53°48′20″ et long. 57°59′0″ à l'est de Greenw.); 2° la bourgade Gronde Schirémetewka du gouvernement de Saratow (latitude 51°37′51″ et longitude 63°0′27″ à l'est de Greenw.). Sur le premier point, la longueur du pendule à secondes, réduite au niveau de la mer d'après les observations de M. Bredikhin, est 994^{mm},3122 et sur le second point, d'après les observations de M. Sternberg, 994^{mm},1855. »

ASTRONOMIE. — *Occultation de Jupiter par la Lune, du 7 août 1889.* Note de M. **Ch. André**, présentée par M. Mascart.

« L'occultation de Jupiter du 7 août dernier nous intéressait, tant au point de vue de l'Astronomie de position que pour nous servir à vérifier certains points de la théorie optique de nos instruments; aussi en avions-nous assuré l'observation aux trois lunettes dont nous disposons. M. Le Cadet

---

([1]) Au moyen de cet appareil M. Bredikhin observait à l'Observatoire de Moscou (*Annales de l'observatoire de Moscou*, volume VIII, Livre I).

était chargé de l'équatorial Gautier ($0^m,35$); M. André, de l'équatorial Brunner ($0^m,17$) et M. Marchand, de la lunette de Biette ($0^m,12$).

» *Heures des contacts et diamètre de Jupiter.* — L'occultation a commencé par le bord obscur de la Lune. Voici, en temps moyen de Lyon, les heures qui résultent de l'ensemble de nos observations pour les différents contacts de la planète avec la Lune.

	Entrée.	Sortie.
1er bord de Jupiter.........	$7^h 29^m 9^s,0$	$8^h 22^m 41^s,0$
2e bord de Jupiter.........	$7^h 31^m 16^s,5$	$8^h 24^m 48^s,5$

» L'intervalle de temps écoulé entre les passages de chacun des bords de la planète, soit par le bord obscur, soit par le bord éclairé de la Lune, est

$$2^m 7^s,5.$$

En tenant compte de la direction du mouvement relatif des deux astres, on en déduit, pour valeur angulaire du diamètre de Jupiter suivant la ligne qui joint les points de contact, le nombre

$$40'',8.$$

» *Apparences optiques.* — Contrairement à ce qui a lieu pour les occultations de Vénus, les contacts de Jupiter se sont produits d'une façon absolument géométrique. Pour comprendre cette absence de phénomènes de diffraction, il faut remarquer que :

» 1° A l'*entrée*, le Soleil était encore au-dessus de l'horizon; l'éclat du fond du ciel masquait donc la plus grande partie de la zone de lumière diffractée;

» 2° A la *sortie*, le contraste entre l'éclat de la planète et celui de la Lune était frappant : celle-ci étant de beaucoup plus lumineuse, la planète paraissant terne, grise et estompée, et l'image de la Lune se détachant comme en relief sur Jupiter qui semblait à peine éclairé. Dans ces conditions, il ne peut y avoir de *ligament lumineux* entre les deux astres au moment du contact, la portion du volume lumineux pris sur la planète par le solide de diffraction étant infiniment petite par rapport à celle qu'il prend sur la Lune; et, d'autre part, la zone diffractée de notre satellite ne peut être visible sur Jupiter, dont elle masque complètement la lumière et qui est comme invisible derrière elle.

» D'ailleurs, de ce que les contacts se sont produits géométriquement, il en résulte que le diamètre de la planète qu'on en déduit doit être

moindre que celui que l'on mesure dans les conditions ordinaires d'observation; et en effet, le diamètre calculé suivant la même direction à l'aide des rayons polaire et équatorial donnés par la *Connaissance des Temps* est de

$$42'',7;$$

les mesures directes de diamètre nous ont donné un nombre plus grand encore.

» *Satellites.* — Le fait caractéristique qu'ont présenté leurs occultations est que la disparition d'aucun d'eux derrière le bord obscur de la Lune n'est instantanée, comme cela a lieu pour les étoiles de même grandeur (7e). Pour nous, la disparition du satellite III a duré $1^s,5$; celle du satellite II, $1^s,1$; et celle du satellite IV, $0^s,5$. On en déduit pour diamètres de ces satellites les nombres suivants :

Satellite III : $0'',46$; Satellite II : $0'',30$; Satellite IV : $0'',15$.

Les heures de leurs disparitions et réapparitions sont d'ailleurs les suivantes :

Entrée.	h m s	*Sortie.*	h m s
Disparition du satellite III ..	7.25.32,1	Réapparition du satellite III...	8.15.41
» » II...	34.21,5	» » II...	29.24
» » IV...	7.44.42,0	» » IV...	44.28

ASTRONOMIE. — *Sur l'angle de polarisation de la Lune.* Note de M. **J.-J. Landerer**, présentée par M. Janssen.

« L'expression de l'angle de polarisation de notre satellite peut se déduire de la manière suivante. Soient T et N respectivement les centres de la Terre et de la Lune, TS et NS' les directions du Soleil par rapport à chacun de ces centres, i l'angle formé par ces droites, O la position de l'observateur, et désignons par

p la parallaxe en hauteur de la Lune,
λ l'angle NTS,
d l'angle sous lequel est vu, du point O, le rayon lunaire aboutissant au centre du croissant, où s'opère la réflexion directe vers le point O,
P l'angle de polarisation, compté de la surface.

» Menons NB parallèle au rayon réfléchi, et l'on a visiblement

$$\alpha = \lambda - (p + d), \qquad 2P = \alpha + i,$$

donc

$$P = \frac{1}{2}[\lambda + i - (p + d)].$$

» Il s'agit maintenant de trouver les expressions relatives aux termes du second membre.

» Le premier est donné par la formule $\cos\lambda = \cos l \cos L$, l désignant la latitude de la Lune, L la différence des longitudes de cet astre et du Soleil.

» Quant à i, il est évident que, sa plus grande valeur atteignant $9'$, son expression générale est $9' \sin\lambda$.

» Quant à l'influence de la parallaxe, remarquons qu'elle est sensiblement nulle quand la ligne de jonction des cornes coïncide avec un plan vertical passant par l'observateur, et que son effet maximum a lieu lorsque la susdite ligne est perpendiculaire à ce plan. En désignant par u l'inclinaison par rapport à la verticale du lieu, l'expression cherchée sera donc $p \sin u$.

» Le demi-diamètre de la Lune, vu du centre de la Terre, étant en moyenne de $15'$, il s'ensuit que le dernier terme a pour expression

$$30' \sin^2 \frac{1}{4} \lambda.$$

Celle de P sera donc enfin

$$P = \frac{1}{2}[\lambda + 9 \sin\lambda - (p \sin u + 30 \sin^2 \frac{1}{4}\lambda)].$$

» Pour mesurer la proportion de lumière polarisée venant du centre du croissant, partant du sol grisâtre, qui joue, comme on le sait, un rôle prépondérant dans les effets observés, je me suis servi d'un photopolarimètre de M. Cornu, que j'adapte à une lunette de 108^{mm} d'ouverture. Les dimensions du carré de la fente sont telles que l'on peut embrasser soit l'ensemble des mers du Nectar, des Crises, de la Fécondité et de la Tranquillité, soit la vaste région allant de la mer des Humeurs à celle des Pluies. Les observations ont été faites quotidiennement tant que la différence des longitudes de la Lune et du Soleil est restée comprise entre 40° et 80°, et en s'affranchissant de la polarisation atmosphérique.

» La proportion de lumière polarisée est plus forte dans le dernier quartier que dans le premier, ce qui tiendrait plutôt à la différence d'étendue des mers qui agissent dans chaque cas qu'à une disparité dans la nature physique du sol qui les constitue.

» En prenant pour abscisses les angles, pour ordonnées les proportions de lumière polarisée, le sommet de la courbe qui se rapporte au premier

quartier a pour coordonnées moyennes

$$x = 33,25, \qquad y = 20,7\ (^1).$$

» La courbe qui se rapporte au dernier quartier a la même allure, et les coordonnées du sommet sont

$$x = 33,30, \qquad y = 32,9.$$

» Ces deux valeurs de y correspondent donc bien à une même abscisse, $x = 33,28$. On peut donc conclure que l'angle de polarisation du sol obscur de notre satellite est de 33° 17′, valeur moyenne qui résulte de onze séries d'observations (six du premier quartier et cinq du dernier), avec une erreur probable de $\pm 7'$.

» Il est évident que le procédé qui vient d'être décrit peut s'appliquer avec le même succès à la planète Vénus; et que, dès que l'angle de polarisation des roches ignées sera parfaitement connu, on sera à même d'aborder d'une manière rationnelle le problème de la constitution géologique des deux astres ».

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les taches solaires*. Extrait d'une Lettre de M. **G. Spœrer** à M. Janssen.

« Potsdam, le 20 août 1889.

» La grande tache pénombrée visible du 16 au 28 juin a été encore observée par moi le 28 juin, à $10^h 43^m$ du matin, temps de Berlin. J'ai vu un noyau-bande large de 1″, 2; la distance entre la tache et le bord solaire avait la même largeur. On peut donc admettre que la ligne médiane du noyau était à 1″, 8 du bord solaire. Plusieurs mesures faites le même jour donnent des lieux héliographiques concordant suffisamment avec ceux des jours précédents. Dans le calcul des lieux, j'ai tenu compte de la correction pour la réfraction dans l'atmosphère solaire sur les bases développées dans les *Publications*, n° 17.

» A $10^h 30^m$, peu avant ma dernière observation de la tache, M. Lohse a pris une photographie du Soleil; mais on ne voit pas trace de la tache sur cette plaque : elle est remplacée par une dépression plane du bord

---

(1) Les nombres qui se rapportent à y ont été multipliés par 100.

solaire, exactement à l'endroit où j'ai vu la tache; cette échancrure est de 2″ ou un peu plus.

» De l'observation que j'ai faite à $10^h 43^m$, ainsi que des calculs des lieux héliographiques, il résulte avec certitude que ladite dépression ne pouvait se percevoir dans la lunette.

» Voici comment j'explique ce phénomène : la plaque a été obtenue en faisant passer devant elle, avec une *très grande rapidité*, une fente *très étroite*, au moyen d'un fort ressort. Le temps de pose est donc excessivement court; par conséquent, les différences d'éclat doivent ressortir bien mieux que dans l'observation directe dans la lunette. Lorsqu'une tache ne se trouve guère qu'à 2″ à peine du bord solaire, les radiations du bord solaire au delà de la tache, ainsi que les radiations de la tache ne peuvent nous parvenir qu'en passant presque horizontalement sur l'aire de la tache dans le voisinage immédiat de la surface solaire. A cette hauteur médiocre, l'atmosphère doit être très agitée ; de là des variations de température très considérables. Tout cela doit produire une diminution considérable de l'intensité lumineuse.

» Nous avons observé des protubérances très brillantes : 1° au moment où, d'après les calculs, la lisière de facules qui se trouvait sur le côté occidental de la tache était près du bord solaire, et 2° plus tard, lorsque la lisière de facules orientale était arrivée au bord solaire. Mais, même sans la présence des protubérances, la supposition qu'il y a au-dessus des facules des courants ascendants de gaz très chauds est parfaitement justifiée. Quant aux taches, la forte absorption des raies spectrales indique qu'il y règne une température plus basse avec mouvement descendant. D'après moi, il y a dans la pénombre une collision entre les deux courants opposés, ascendant et descendant, de températures différentes; c'est donc ici, dans la pénombre, que la diminution de la lumière doit être le plus considérable, diminution qui est au maximum dans la couche voisine de la surface.

» Il n'est pas indispensable d'admettre complètement ma manière de voir en ce qui concerne la tache.

» Pour peu que l'on concède définitivement qu'il se produit sur l'aire des taches un *mélange quelconque* des courants gazeux de différentes températures, il résulte nécessairement qu'il doit s'y produire un affaiblissement de l'intensité lumineuse; dans les grandes taches, cette diminution peut évidemment atteindre des proportions fort considérables.

» Certains observateurs ont prétendu avoir constaté sur le bord solaire des échancrures produites par de grandes taches; on se base sur ces ob-

servations pour prouver que les taches sont des excavations véritables. Je fais remarquer à ce sujet que le noyau d'une tache à 2″ de distance du bord est tellement pâle qu'on ne peut le percevoir qu'avec la plus grande difficulté. Quant à la pénombre, les parties orientale et occidentale disparaissent bien longtemps avant que le noyau soit arrivé si près du bord; la section boréale et la section méridionale de la pénombre persistent, au contraire, presque tout aussi longtemps que le noyau. Il est entièrement impossible de suivre jusqu'à l'extrémité du Soleil, jusqu'au bord proprement dit, une tache quelconque, aussi grande qu'elle soit : l'image en est trop affaiblie. Je conteste, en conséquence, les observations citées et les déductions qu'on en a tirées. La tache elle-même ne provoque pas d'échancrure sur le bord; mais il est très possible que cette échancrure se forme par suite de l'affaiblissement de la lumière dont j'ai parlé, avant que la tache ait atteint le bord le plus extrême du Soleil. Cette conception du phénomène peut nous faire admettre la réalité des observations susdites. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces à double génération circulaire et sur les surfaces doublement enveloppées par des quadriques*. Note de M. G. **Kœnigs**.

« 1. Le problème suivant d'Analyse intervient dans plusieurs questions de Géométrie :

» *Trouver k polynômes linéairement indépendants, de la forme*

$$f_i = (a_i\lambda^2 + b_i\lambda + c_i)\mu^2 + (a'_i\lambda^2 + b'_i\lambda + c'_i)\mu + (a''_i\lambda^2 + b''_i\lambda + c''_i)$$

et dont la somme des carrés soit nulle

$$f_1^2 + f_2^2 + \ldots + f_k^2 = 0.$$

On voit que k est au plus égal à 9; car tout polynôme f_i est une fonction linéaire homogène des 9 quantités

$$(1) \quad \begin{cases} X = \lambda^2\mu^2, & Y_1 = \lambda^2\mu, & Y_2 = \lambda\mu^2, \\ Z_1 = \lambda^2, & Z = \lambda\mu, & Z_2 = \mu_1^2, \\ T_1 = \lambda, & T_2 = \mu, & T = 1. \end{cases}$$

» Il existe, entre ces quantités, six relations homogènes que l'on obtient par l'élimination des paramètres λ, μ entre les équations. Maintenant on peut toujours faire en sorte que ces six relations soient quadratiques, et l'on en déduit ensuite quatorze autres relations quadratiques *linéairement indépendantes* entre elles et des précédentes.

» En combinant linéairement les vingt formes quadratiques ainsi obtenues, on trouve que, si l'on pose

$$\begin{aligned}
F = {} & A_1(Y_1^2 - XZ_1) + A_2(Y_2^2 - XZ_2) + 2B(Y_1Y_2 - XZ) \\
& + 2B_1(ZZ_1 - Y_1T_1) + 2B_2(ZZ_2 - Y_2T_2) + 2C(T_1T_2 - ZT) \\
& + 2C_1(Y_1Z - Y_2Z_1) + 2C_2(Y_2Z - Y_1Z_2) + 2D_1(XT_1 - Y_2Z_1) \\
& + 2D_2(XT_2 - Y_1Z_2) + 2E_1(Z_1T - T_1^2) + 2E_2(Z_2T - T_2^2) \\
& + 2G_1(Y_1T - TZ_1) + 2G_2(Y_2T - T_1Z_2) + 2H_1(ZT_1 - Z_1T_2) \\
& + 2H_2(ZT_2 - Z_2T_1) + H(XT - Z^2) + K(Z_1Z_2 - Z^2) \\
& + 2K_1(Y_1T_2 - Z^2) + 2K_2(Y_2T_1 - Z^2).
\end{aligned}$$

» La forme F s'évanouit identiquement lorsque l'on y remplace les quantités X_1, Y_1, Y_2, ... par leurs valeurs (1). Cette forme F comprend 20 coefficients; si l'on donne à ces coefficients des valeurs arbitraires, la forme F pourra être décomposée en 9 carrés

$$\Xi_1^2 + \Xi_2^2 + \ldots + \Xi_9^2,$$

où les Ξ_i sont des fonctions linéaires homogènes des X_1, Y_1, Y_2, c'est-à-dire des polynômes f_i. Maintenant, on pourra disposer des arbitraires, de telle sorte que la forme F soit réductible à 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2 carrés, et il suffira d'effectuer la décomposition en carrés de F pour obtenir la solution générale du problème d'Algèbre que je m'étais proposé. La discussion détaillée de la décomposition en carrés de F est très laborieuse, mais on peut en déduire plusieurs des solutions immédiates, comme je vais le montrer.

» 2. Prenons, par exemple, tous les coefficients nuls, sauf $A_1 = a^2$, $A_2 = b^2$, $B = ab$, $K = -H$; nous aurons

$$F = (aY_1 + bY_2)^2 - X(a^2Z_1 + b^2Z_2 + 2abZ - HT) - HZ_1Z_2$$

qui est une somme de cinq carrés

$$(2)\quad \begin{cases} f_1 = a\mathrm{Y}_1 + b\mathrm{Y}_2 = (a\lambda + b\mu)\lambda\mu, \\ f_2 = \dfrac{a^2\mathrm{Z}_1 + b^2\mathrm{Z}_2 + 2ab\mathrm{Z} - \mathrm{HT} + \mathrm{X}}{2i} = \dfrac{(a\lambda + b\mu)^2 - \mathrm{H} + \lambda^2\mu^2}{2i}, \\ f_3 = \dfrac{a^2\mathrm{Z}_1 + b^2\mathrm{Z}_2 + 2ab\mathrm{Z} - \mathrm{HT} - \mathrm{X}}{2} = \dfrac{(a\lambda + b\mu)^2 - \mathrm{H} - \lambda^2\mu^2}{2}, \\ f_4 = \sqrt{\mathrm{H}}\,\dfrac{\mathrm{Z}_1 - \mathrm{Z}_2}{2} \qquad = \sqrt{\mathrm{H}}\,\dfrac{\lambda^2 - \mu^2}{2}, \\ f_5 = \sqrt{-\mathrm{H}}\,\dfrac{\mathrm{Z}_1 + \mathrm{Z}_2}{2} = \sqrt{-\mathrm{H}}\,\dfrac{\lambda^2 + \mu^2}{2} \end{cases}$$

et l'on a identiquement

$$(3)\qquad f_1^2 + f_2^2 + f_3^2 + f_4^2 + f_5^2 = 0.$$

» Interprétons ces résultats. On démontre aisément le théorème suivant : pour qu'une surface contienne deux familles de cercles, il faut et il suffit que les coordonnées pentasphériques d'un point courant de la surface soient des fonctions de deux paramètres λ, μ, de la forme f_i. Les paramètres λ, μ sont ceux des deux familles de cercles. La recherche de ces surfaces coïncide donc avec la résolution de l'identité (3), et les formules (2) nous donnent une telle surface. Cette surface est du huitième ordre. Ainsi se trouve justifiée une assertion que j'avais avancée en août 1887 et d'après laquelle il existe des surfaces doublement cerclées du huitième degré.

» 3. Si l'on suppose $k = 6$, les six polynômes f_i sont les coordonnées d'une droite d'une congruence, qui est le lieu de deux familles de quadriques. Les surfaces focales de ces congruences remarquables jouissent d'une propriété qui les rapproche des cyclides : chacune est l'enveloppe de deux familles de quadriques. »

PHYSIQUE. — *Chaleur spécifique de la vapeur d'eau sous volume constant.* Note de M. Ch. Antoine.

« Après avoir déterminé, par l'expérience, les chaleurs totales X de diverses vapeurs, Regnault les a coordonnées par des courbes de la forme

$$(1)\qquad \mathrm{X} = \mathrm{A} + \mathrm{M}t_s - \mathrm{N}t_s^2.$$

» J'ai cherché à substituer à ces courbes des fonctions de la température t_s et de la tension p, telles que

(2) $$X = B + ct_s - \varphi(p);$$

en différentiant, on a pour constante

$$\frac{dX}{dt_s} = c.$$

» Le coefficient c de la formule (2) doit être la chaleur spécifique sous pression constante.

» Pour la vapeur d'eau, on aurait

$$X = B + 0,48\,t_s - \varphi(p).$$

» En se basant sur les chaleurs totales qui sont admises par Regnault, on arrive facilement à l'expression approchée

(3) $$X = 619,2 + 0,48\,t_s - 10\,p^{\frac{1}{6}},$$

qui coordonne les résultats d'expériences dans la limite ci-après :

t_s.	p.	X d'après Regnault.	X d'après la formule.	t_s.	p.	X d'après Regnault.	X d'après la formule.
0.....	5 mm	606,5	606,1	110...	1075 mm	640,1	640,0
10.....	9	609,6	609,6	120...	1491	643,1	643,0
20.....	17	612,6	612,8	130...	2030	646,2	646,1
30.....	32	615,7	615,8	140...	2718	649,2	649,1
40.....	55	618,7	618,9	150...	3581	652,3	652,1
50.....	92	621,8	621,9	160...	4651	655,3	655,1
60.....	149	624,8	625,0	170...	5962	658,4	658,2
70.....	233	627,9	628,0	180...	7546	661,4	661,3
80.....	355	630,9	631,0	190...	9443	664,5	664,4
90.....	525	634,0	634,0	200...	11689	667,5	667,4
100.....	760	637,0	637,0	»	»	»	»

» Pour la vapeur d'eau surchauffée à la température t, on a

(4) $$X = X_s + 0,48(t - t_s),$$

X, X_s étant les quantités de chaleur de la vapeur saturée sous la même tension.

» Des relations (3) et (4) on déduit

(5) $$X = 619,2 + 0,48t - 10p^{\frac{1}{6}}.$$

» Lorsque de la vapeur d'eau passera de la pression p à une pression p', en conservant la même quantité de chaleur, on aura

$$t - t' = \frac{10}{0,48}\left(p'^{\frac{1}{6}} - p^{\frac{1}{6}}\right) = 20,83\left(p'^{\frac{1}{6}} - p^{\frac{1}{6}}\right).$$

Ainsi, en passant, par exemple, d'une tension $p' = 11\,689^{\text{mm}}$ à une tension $p = 760^{\text{mm}}$, elle se refroidirait de $36°,2$.

» Supposons, pour fixer les idées, que la température primitive soit de 200°,

$$t = 200; \quad p' = 11689; \quad X' = 667,4.$$

Étant refroidie de $36°,2$, la température devient $163°,8$, et alors, sous la pression $p = 760$, on a

$X = 637 + 0,48(163,8 - 100) = 667,6$ (se rapprochant de $X = 667,4$).

» Si la tension varie en conservant la même température, la relation (4) donne

$$X - X' = 10\left(p'^{\frac{1}{6}} - p^{\frac{1}{6}}\right).$$

En passant, par exemple, d'une tension $p' = 11689^{\text{mm}}$ à la température de 200° à une tension $p = 760^{\text{mm}}$, à la même température, on a

$$X - X' = 17,4;$$

pour $p' = 11689^{\text{mm}}$, $t = 200$, on a

$$X' = 667,4,$$

pour $p = 760^{\text{mm}}$, $t = 200$, on aurait

$$X = 684,8.$$

» Le calcul direct donne

$$X = 637 + 0,48(200 - 100), \qquad X = 685,0.$$

En différentiant l'équation (4), on a

(5) $$\frac{dX}{dt} = 0,48 - \frac{10}{6}p^{\frac{1}{6}-1}X\frac{dp}{dt}.$$

» Si la vapeur se dilate sous volume constant, en désignant par α son coefficient de dilatation, on a

$$\frac{dp}{dt} = p\alpha.$$

L'équation (5) devient

$$(6) \qquad c = \frac{dX}{dt} = 0{,}48 - \frac{10}{6}\alpha p^{\frac{1}{6}}.$$

» La différence des deux chaleurs spécifiques, sous pression constante et sous volume constant, n'est pas constante ; elle augmente avec la pression, suivant la relation (6).

» Pour les autres vapeurs : éther, chloroforme, acétone, benzine, chlorure et sulfure de carbone, on a des formules analogues, que je me réserve d'exposer et de discuter. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la suppression des étincelles dans les disjoncteurs.* Note de M. **Firmin Larroque.**

« Lorsqu'on rompt un circuit traversé par un courant continu ou alternatif, il se produit une vive étincelle. M. Fizeau a, le premier, proposé d'éteindre cette étincelle en substituant, à la rupture du circuit sur les réophores, la rupture entre les armatures d'un condensateur de capacité appropriée. C'est ainsi qu'il a perfectionné la bobine d'induction.

» Jusqu'à une certaine dimension de la bobine d'induction, le condensateur éteint complètement l'étincelle; mais à partir de ce moment, si l'on fait croître les dimensions de la bobine, et aussi celles du condensateur, l'étincelle apparaît de nouveau au disjoncteur et ne cesse de croître en intensité. Nous nous proposons d'analyser les causes de ce phénomène, afin de déterminer les conditions générales de la suppression des étincelles de rupture.

» Lorsque le condensateur est introduit dans le circuit primaire de la bobine d'induction, ce circuit se trouve subitement rompu entre les armatures. Celles-ci reçoivent la quantité d'électricité qui correspond à l'extra-courant et, comme leur surface est considérable, la différence de potentiel est notablement abaissée; une partie de l'électricité passe à travers le condensateur, tandis que l'autre partie, réfléchie dans le circuit, exécute une série d'oscillations décroissantes.

» La réapparition de l'étincelle de rupture ne peut être imputée qu'à la self-induction et qu'à l'impédance du circuit, lesquelles ont pour effet de retarder l'arrivée de l'électricité de l'extra-courant aux armatures du condensateur. Il résulte du ralentissement imprimé à l'écoulement de l'électricité, que le circuit contient un résidu d'extra-courant, lorsque arrive la première onde réfléchie. Ainsi s'expliquent, et la réapparition de l'étincelle au disjoncteur, et son accroissement parallèle à celui de la self-induction et de l'impédance.

» Cette explication suggère un moyen de supprimer l'étincelle de rupture dans un circuit de self-induction quelconque, opposant à l'extra-courant une impédance aussi élevée qu'on voudra. Il suffit de faire disparaître le retard que nous venons de signaler, en rompant simultanément le circuit par sections assez courtes pour que, reliées individuellement à des condensateurs au moment de la rupture, elles ne donnent pas d'étincelles au disjoncteur. On peut, dans ce but, relier les sections au moment de la rupture, soit isolément avec autant de condensateurs, ainsi que nous venons de l'expliquer, soit en arc parallèle avec un condensateur unique de capacité convenable.

» Nous avons expérimenté ce procédé sur un système de bobines de Ruhmkorff sériées, donnant au secondaire des étincelles de $0^{m},70$ de longueur, et nous avons constaté qu'aucune étincelle ne s'est montrée aux disjoncteurs.

» Nous avons également éteint, par ce procédé, l'étincelle produite par la rupture du circuit secondaire d'une bobine d'induction.

» Ce mode d'extinction des étincelles de rupture peut être appliqué aux inverseurs alternatifs et aux redresseurs de courants.

» Nous employons, pour inverser alternativement les courants continus et pour redresser les courants alternatifs, des commutateurs à segments alternativement grands et petits, ces derniers étant affectés à l'introduction du condensateur dans le circuit au moment de la rupture, et nous disposons ces commutateurs de façon que les balais passent sans interruption de la grande touche à la petite, et au contraire avec interruption de la petite à la grande qui la suit. Lorsque le circuit doit être rompu par sections, commutateurs et balais se multiplient. On conçoit assez facilement leur disposition pour qu'il soit inutile de la décrire.

» Lorsqu'on se propose d'inverser alternativement un courant continu produit par une dynamo, deux cas se présentent :

» 1° Si la distribution a lieu en série, le circuit de la dynamo ne pou-

vant pas être sectionné, la solution n'est applicable que dans le cas où un seul condensateur fait disparaître l'étincelle de rupture.

» 2° Si la distribution s'effectue en dérivation, la division du courant équivaut alors au sectionnement du circuit de la dynamo. Inverseurs alternatifs et condensateurs se placent dans les dérivations. Lorsque les alternances sont rapides, la solution se simplifie encore. Comme rien ne s'oppose à ce que les condensateurs restent insérés en permanence sur les dérivations, le courant peut être alterné à la sortie de la dynamo. Cette dernière solution a été indiquée récemment par M. Doubrava; nous l'avions découverte de notre côté.

» Lorsqu'il s'agit de redresser les courants d'une dynamo alternative, il se présente, comme précédemment, deux cas :

» 1° Si la distribution a lieu en série, nous nous retrouvons dans les mêmes conditions que lorsqu'il s'agit de courants continus : la solution est restreinte.

» 2° Si la distribution s'effectue en dérivation, on opère le redressement des courants dans les dérivations : la solution est pratique. Nous en signalerons une application.

» M. Mordey a imaginé d'effectuer le transport de l'énergie par les courants alternatifs, en employant comme réceptrice une machine à courant continu, Gramme ou Siemens, sur l'axe de laquelle est calé un redresseur de courant, dont le nombre de touches est tel qu'à la vitesse normale de la machine le courant est redressé. Ce système remarquable, car il permet de débrayer sans rhéostat et réalise l'autorégulation, présente malheureusement les défauts des machines à courants redressés, destruction rapide du redresseur et perte notable d'énergie par les étincelles. Ces défauts disparaissent avec la distribution en dérivation et le redressement du courant dans les dérivations au moyen de commutateurs à condensateur, du type que nous avons décrit. Lorsque les variations produites dans les dérivations le nécessitent, les réceptrices avec leurs commutateurs doivent être placées non sur la dérivation, mais sur le secondaire d'un transformateur dont le primaire est en dérivation sur le circuit principal.

» Cette remarque s'applique également à la distribution du courant continu alternativement inversé dans les dérivations. »

CHIMIE. — *Action de l'eau sur le chlorure stannique.* Note de M. **Léo Vignon**, présentée par M. Berthelot.

« Si l'on abandonne à elle-même, à la température ordinaire, une solution aqueuse moyennement concentrée de chlorure stannique, on observe que cette liqueur, au bout d'un temps plus ou moins long, subit dans sa constitution des changements notables. Le chlorure stannique et l'eau réagissent l'un sur l'autre, avec le concours du temps.

» Ce phénomène est lié, ainsi qu'on le verra, aux *variations de la fonction acide dans l'oxyde stannique,* qui ont été l'objet d'une Communication présentée récemment à l'Académie ([1]).

» H. Rose a avancé qu'il existait deux modifications de tétrachlorure d'étain hydraté, correspondant, l'une à l'acide stannique, l'autre à l'acide métastannique. Nos expériences ne confirment pas cette conclusion.

» En réalité, les solutions aqueuses de chlorure stannique doivent être envisagées comme des mélanges d'eau, d'acide chlorhydrique et d'oxyde stannique. Dans ces liqueurs, l'oxyde stannique évolue par polymérisations successives, ainsi que nous l'avons démontré. Ces polymérisations sont limitées par la présence de l'acide chlorhydrique.

» Voici les expériences sur lesquelles se fonde notre opinion :

» 1° En réalisant, dans le calorimètre, la réaction

$$\begin{aligned} &\mathrm{Sn\,Cl^4} \text{ étendu} + 4\,\mathrm{KOH} \text{ étendu} + \mathrm{Aq} \\ &\quad = \mathrm{Sn\,O^3H^2} \text{ dissous} + 4\,\mathrm{KCl} \text{ dissous} + \mathrm{H^2O} + \mathrm{Aq} \\ &\qquad (\mathrm{Sn\,Cl^4} = 8^{\text{lit}},\quad \mathrm{KOH} = 4^{\text{lit}}), \end{aligned}$$

j'ai trouvé qu'elle dégage, vers 14°-15°, $51^{\text{Cal}},4$. M. Thomson a obtenu $51^{\text{Cal}},9$. Or, la réaction

$$4\,\mathrm{HCl} \text{ étendu} + 4\,\mathrm{KOH} \text{ étendu} + \mathrm{Aq} = 4\,\mathrm{KCl} \text{ dissous} + 4\,\mathrm{H^2O} + \mathrm{Ag}$$

dégagerait, dans les mêmes conditions de dilutions et de température,

$$13,7 \times 4 = 54^{\text{Cal}},8;$$

([1]) *Comptes rendus,* 20 mai 1889.

d'où l'on déduit, pour l'union de SnO^3H^2 dissous + $4HCl$ dissous + Aq,

$$54,8 - 51,4 = 3^{Cal},4.$$

» La basicité très faible de l'oxyde stannique par rapport à l'acide chlorhydrique, dans ces conditions, rend donc très probable la séparation, sous l'influence du dissolvant, de l'acide chlorhydrique et de l'oxyde stannique, ce dernier corps restant seulement dissous.

» 2° Mais cette séparation de l'oxyde stannique peut être rendue évidente par d'autres méthodes *a*, *b*, *c*.

» *a*. Une solution aqueuse, renfermant $46^{gr},22$ de $SnCl^4, 5H^2O$ pour 100^{cc}, a été additionnée successivement, dans le calorimètre, d'une quantité de potasse suffisante pour saturer d'abord l'acide chlorhydrique, puis l'acide stannique. On a constaté que les dégagements de chaleur relatifs à l'union de l'oxyde stannique avec la potasse variaient avec le temps écoulé depuis la préparation de la solution aqueuse de chlorure stannique.

» C'est ainsi que la réaction

$$SnO^3H^2 + 4KOH + Aq \qquad (Aq = 24^{lit})$$

donnait, avec la solution de chlorure stannique

		Cal
Préparée depuis	24 heures	32,7
»	17 jours	31,3
»	30 jours	29,6

b. En diluant le chlorure stannique, de manière à former une liqueur composée de 5^{cc} de solution stannique fraîchement préparée, renfermant $46^{gr},22$ de $SnCl^4 5H^2O$ pour 100, 250^{cc} d'eau distillée, on trouve que cette solution, par addition d'un excès de lessive de potasse, donne au début une liqueur claire et fournit au contraire, au bout de quelques heures, un mélange trouble, par suite de la formation de polystannates de potassium

$$Sn^nO^{2n+1}K^2(H^2O)^{n-1}.$$

» Après quelques jours, à la température ordinaire, la solution étendue de chlorure stannique devient louche et laisse déposer un précipité opalin d'oxyde polystannique.

» L'élévation de la température accélère la polymérisation; la présence d'un excès d'acide chlorhydrique ou de chlorure alcalin la retarde.

» *c*. Si l'on chauffe, en tubes scellés, pendant quatre heures à 150°, la solution de chlorure stannique renfermant $46^{gr},22$ pour 100 de $SnCl^4, 5H^2O$,

après l'avoir associée à différentes proportions d'eau, une partie de l'oxyde stannique se précipite à l'état insoluble; la proportion d'oxyde précipité croît avec la dilution de la liqueur.

» C'est ainsi que quatre liqueurs stanniques A, B, C, D renfermant 46,22, 30,80, 23,11, 15,40 de $SnCl^4, 5H^2O$ en grammes pour 100^{cc}, chauffées quatre heures à 150° en tubes scellés, ont laissé déposer à l'état insoluble des poids d'oxyde stannique correspondant à 6,75, 42,20, 60,40, 73,80 pour 100 de la quantité totale de $SnCl^4, 5H^2O$.

» Il résulte de ces expériences que l'état chimique d'une solution aqueuse de chlorure stannique est instable, et qu'il se modifie en tendant vers un équilibre variable avec la dilution et la température de la liqueur. Dans les solutions très concentrées (50 pour 100 de $SnCl^4, 5H^2O$) et froides (10°), la polymérisation de l'acide stannique est très lente. Elle augmente très rapidement avec la dilution et l'élévation de température.

» La présence d'un excès d'acide chlorhydrique retarde et limite la polymérisation; les chlorures de potassium et de sodium agissent de même, quoique avec moins d'intensité. Il faut chercher dans ce fait la raison des avantages qu'offre aux teinturiers l'emploi du *pink salt* (chlorure stannique mélangé de chlorure de potassium), de préférence au chlorure stannique pur.

» Une expérience directe nous a montré l'influence du chlorure de potassium sur la polymérisation de l'oxyde stannique. En chauffant, en tubes scellés, de l'acide métastannique $Sn^5O^{11}H^2, 20H^2O$ (1 molécule) avec du chlorure de potassium (20 molécules), mélangés de leur poids d'eau, pendant quatre heures à 150°, on obtient une rétrogradation véritable. Après réaction, la basicité de l'acide métastannique, constatée dans le calorimètre, en mesurant la chaleur dégagée par son union avec un excès de potasse, avait doublé de valeur.

» On avait, en effet, dans les mêmes conditions de temps et de dilution :

Avant réaction	$Sn^5O^{11}H^2, 20H^2O + 2KOH + Aq$	dégageant.........	$11^{Cal},5$
Après réaction	»	»	$23^{Cal},0$

» La transformation bien connue de l'acide métastannique en acide stannique sous l'influence de l'acide chlorhydrique concentré est un phénomène du même ordre.

» En résumé, quand on mélange du chlorure stannique et de l'eau, on obtient une solution d'oxyde stannique dans l'acide chlorhydrique étendu. Cet oxyde stannique, très instable, ainsi que nous l'avons démontré dans

nos recherches antérieures, tend à se polymériser. Avec le concours du temps, la polymérisation atteint un certain état d'équilibre, qui est fonction de la dilution, de la température et de la composition chimique de la liqueur. »

CHIMIE AGRICOLE. — *De l'action des phosphates sur la culture des céréales.* Note de M. G. Raulin, présentée par M. Pasteur.

« Voici le résumé des expériences continuées en 1889, au champ d'expériences de la Station agronomique du Rhône, sur l'action de divers phosphates sur la culture du blé. Ces expériences ont été faites par la méthode compensatrice dont il a été fait mention (*Comptes rendus* du 29 août 1887); elles ont été exécutées sur dix rectangles, divisés chacun en trois carrés de un are : les carrés du milieu ont reçu un engrais azoté et potassique; les carrés extrêmes ont reçu, en outre, de l'acide phosphorique. Le blé (blé de Noé) a été semé le 1er novembre 1888 et récolté le 17 juillet 1889 :

Nature du phosphate et poids d'acide phosphorique par are.	Récolte en paille et grain, par are, des carrés extrêmes, celle des carrés du milieu étant ramenée à $63^{kg},25$.	Rapport de la récolte, par are, des carrés extrêmes, à celle des carrés du milieu des rectangles.	Excédent de récolte à l'hectare dû à l'acide phosphorique.
1. Superphosphate de chaux, $P^2O^5 = 0^{kg},4$.	$81^{kg},5$	1,28	1825^{kg}
2. Coprolithes, $P^2O^5 = 0^{kg},4$..........	67,1	1,06	385
3. Coprolithes, $P^2O^5 = 0^{kg},4$.............	Un accident n'a pas permis de constater le poids.		
4. Phosphorites de Tavel, $P^2O^5 = 0^{kg},4$ ...	64,8	1,02	155
5. Poudre d'os, $P^2O^5 = 2^{kg},4$	81,8	1,29	1855
6. Scories du Creuzot, $P^2O^5 = 0^{kg},4$.......	68,6	1,08	535
7. Scories du Creuzot, $P^2O^5 = 0^{kg},4$......	68,4	1,08	515
8. Phosphate précipité, $P^2O^5 = 0^{kg},4$	78,3	1,24	1505
9. Acide phosphorique, 0^{kg}	63,25	1	0
10. Poudre d'os, $P^2O^5 = 0^{kg},4$...........	68,2	1,08	495

» *Conclusions.* — Toutes les parcelles phosphatées ont donné, par rapport à la parcelle sans acide phosphorique, des excédents de récolte appréciables; mais ces excédents ont été fort inégaux et ont varié dans le même sens que la proportion d'acide phosphorique, ou, pour des phosphates de nature différente, dans le même sens que la solubilité ou plutôt la facilité d'attaque de l'acide phosphorique par les réactifs.

» Ces résultats n'impliquent pas forcément une circulation plus ou moins grande de l'acide phosphorique en dissolution dans le sol; ils s'expliquent tout aussi bien par l'inégale résistance de l'acide phosphorique à l'acidité des extrémités des radicelles avec lesquelles il est en contact.

» Pour apprécier la portée pratique de ces résultats, il est utile de les rapprocher de ceux obtenus à la Station agronomique sur la même question en 1887 et 1888.

» En 1887, deux séries d'expériences sur le blé ont donné, avec le superphosphate de chaux, et avec le phosphate précipité, des excédents de récoltes fort notables, et avec les phosphates fossiles des excédents insignifiants et douteux. Les essais de 1887 sur le maïs, de 1888 sur le blé, que j'ai publiés, ont été faits sur un terrain différent de ceux des expériences de 1887 sur le blé, terrain identique à celui des expériences de 1889.

» En 1887, le maïs a donné des excédents de récolte fort importants avec les superphosphates et le phosphate précipité; moindres, mais encore notables, avec les phosphates fossiles ou à acide phosphorique insoluble dans le citrate d'ammoniaque, excédents variables d'ailleurs dans le sens des quantités d'acide phosphorique. Cette différence des résultats de 1887 pour le blé d'une part, pour le maïs de l'autre, me paraît s'expliquer naturellement par la végétation vigoureuse du maïs et la multiplicité de ses radicelles. En 1888, les résultats obtenus avec le blé ont été encore dans le même sens; mais les phosphates fossiles, tout en se montrant inférieurs aux phosphates à acide phosphorique dit *assimilable*, ont paru produire plus d'effet qu'en 1889; cette différence tient sans doute à ce que les maïs de 1887, traités par les phosphates, ont donné des récoltes plus abondantes que les maïs sans phosphates, et par suite laissé dans le sol plus de débris végétaux qui ont servi d'engrais, et à ce que, soit en 1887, soit en 1888, les phosphates fossiles ont été employés à des doses quintuples de la dose normale.

» Mais pourquoi, en 1889, les phosphates tribasiques ont-ils donné, avec le blé, des excédents de récolte appréciables, tandis qu'en 1887 l'effet a été insensible? Cette différence paraît s'expliquer par l'accumulation dans le sol des engrais phosphatés de 1887 et de 1888, qui ont agi sur la récolte de 1889 concurremment avec ceux de 1889.

» Toutefois l'effet, sur la récolte, d'un phosphate, insoluble dans l'eau ou le citrate, paraît plus grand la première année que les années suivantes : car les nos 6 et 7 du Tableau précédent ont donné des récoltes presque

identiques; cependant, en 1887, le n° 6 a reçu une quantité d'acide phosphorique quintuple de celle du n° 7. Au contraire, le n° 5 a donné un excédent de récolte égal à trois fois et demie celui du n° 10; or, ces deux parcelles ne diffèrent que par les quantités de poudre d'os en 1889, qui sont dans le rapport de 6 à 1.

» Il semble donc que les phosphates fossiles, les scories, la poudre d'os, etc., contiennent, à des degrés divers, une partie de leur acide phosphorique à un état d'assimilation comparable à celui des superphosphates et des phosphates précipités, et le reste, en majeure partie, à un état lentement assimilable, comparable à celui de l'acide phosphorique naturel des terrains.

» Il est donc probable que, dans la pratique agricole, on pourra employer les phosphates naturels tribasiques concurremment avec les phosphates industriels à acide phosphorique dit *assimilable,* à condition d'appliquer les premiers à haute dose, variable avec les espèces végétales et la nature du terrain, pendant les premières années, jusqu'à ce qu'ils aient suffisamment augmenté la richesse naturelle du sol en phosphates pour que la dose normale maintienne les récoltes à un niveau élevé. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *De l'influence des excitations alternatives des deux nerfs pneumogastriques sur le rythme du cœur.* Note de M. **Laulanié**, présentée par M. A. Chauveau.

« Tarchanoff et Puelma ont montré que, lorsqu'au cours d'une excitation centrifuge d'un nerf vague le cœur a repris ses battements, le passage de l'excitation sur l'autre nerf laisse le rythme du cœur absolument intact. Les auteurs ont conclu de ce fait à l'épuisement de l'appareil d'arrêt intracardiaque. J'ai montré, dans une précédente Note, qu'il ne saurait s'agir ici que d'un épuisement tout relatif, d'une insuffisance qui empêche l'action d'arrêt, mais laisse à l'action modératrice de l'appareil frénateur une influence très durable. Le fait de Tarchanoff et Puelma trouverait ainsi une expression plus exacte dans la proposition suivante :

» Lorsqu'au cours d'une excitation d'un nerf vague le cœur reprend ses battements, le passage immédiat de l'excitation sur l'autre nerf laisse au rythme cardiaque la dépression amenée par l'excitation du premier nerf.

» En somme, tout se passe comme si l'excitation avait été maintenue sur le premier nerf et il reste vrai que, lorsque le cœur reprend ses batte-

ments, ce retour est dû à la fatigue de l'appareil d'arrêt et non du nerf excité. Mais le sens des phénomènes change complètement si l'on examine les effets d'une excitation indéfiniment prolongée. On a pu voir par ma précédente Communication que les effets dépresseurs de cette excitation, tout en ayant une durée considérable, finissent par s'amoindrir et par s'éteindre. Or, dans ce cas, le retour du rythme normal est dû non à la fatigue de l'appareil d'arrêt intra-cardiaque, mais à l'épuisement du nerf vague qui a perdu son excitabilité. Ce fait se dégage des résultats obtenus par les excitations alternatives des deux nerfs pneumogastriques. Ces résultats, d'ailleurs fort simples, peuvent se résumer ainsi :

» Lorsqu'une excitation de l'un des vagues produisant un ralentissement du rythme est prolongée jusqu'à la fatigue que vient exprimer le relèvement partiel du rythme, le passage immédiat de l'excitation sur l'autre nerf produit un nouveau ralentissement et parfois un arrêt.

» Ce fait pourrait laisser croire à une asymétrie, à une inégalité d'action des deux nerfs. Mais le sens de cette inégalité est à la discrétion de l'expérimentateur, qui en décide par la durée relative qu'il donne aux excitations alternatives. La proposition devient ainsi plus large et plus compréhensive : Dans une série d'excitations alternatives et d'inégale durée des deux nerfs vagues, les plus courtes ont l'effet dépresseur le plus marqué.

» Cette différence se rattache immédiatement à l'inégale fatigue des deux nerfs, dont l'un, excité moins longtemps que l'autre, conserve une plus grande excitabilité.

» L'appareil d'arrêt intra-cardiaque ne saurait rester indifférent à ces changements, et il est facile de prévoir que les excitations alternatives d'inégale durée amènent dans son excitabilité des variations inverses de celles qu'elles amènent dans celle des nerfs.

» En effet, dans une série d'excitations alternatives d'inégale durée, l'excitation, se prolongeant sur l'un des nerfs, le fatigue et son influence diminue. L'appareil d'arrêt intra-cardiaque se repose dans la mesure même où s'épuise l'influence du nerf qui agit sur lui ; il recouvre son excitabilité précisément dans la mesure où le nerf correspondant la perd, et le passage de l'excitation sur le nerf opposé le trouvera d'autant plus docile.

» En fait, par la méthode des excitations alternatives et de durée inégale, on peut prolonger indéfiniment l'influence modératrice du nerf vague. Cette possibilité emporte cette conclusion que l'appareil d'arrêt est expérimentalement inépuisable.

» En résumé : 1° quand, au cours d'une excitation de l'un des nerfs vagues, le cœur reprend ses battements, le passage immédiat de l'excitation sur l'autre nerf laisse au rythme la dépression amenée par l'excitation du premier nerf.

» 2° Dans ce cas, la fatigue exprimée par le retour des battements appartient à l'appareil d'arrêt intra-cardiaque.

» 3° Lorsqu'on procède à une série d'excitations alternatives et d'égale durée, le passage de l'excitation d'un nerf sur l'autre ne modifie pas le rythme.

» 4° Lorsqu'on procède à une série d'excitations alternatives et de durée inégale, les excitations de moindre durée augmentent le ralentissement acquis par les excitations précédentes de longue durée,

» 5° Les excitations de longue durée produisent dans l'excitabilité du nerf et de l'appareil d'arrêt intra-cardiaque des variations de sens inverse. La fatigue du nerf entraîne le repos relatif des ganglions qui se retrouvent tout prêts à recevoir utilement l'action de l'autre nerf.

» 6° L'appareil d'arrêt est expérimentalement inépuisable par une excitation unilatérale si prolongée qu'elle soit.

» 7° Par une série d'excitations alternatives bien ménagées et continuées l'une par l'autre, on inflige au rythme cardiaque un ralentissement et à la circulation une dépression de même durée que la série des excitations. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le rapport entre l'intensité des radiations solaires et la décomposition de l'acide carbonique par les végétaux.* Note de M. C. **Timiriazeff.**

« Mes recherches précédentes [1] ayant établi la nature du rapport qualitatif entre l'action réductrice des radiations dans le phénomène en question et les propriétés optiques de la chlorophylle, mon attention s'est portée sur l'étude du rapport quantitatif entre l'intensité de la radiation et l'énergie du phénomène chimique produit.

» Beaucoup de savants distingués ayant traité cette question, sans toutefois arriver à un accord satisfaisant, les différentes opinions émises à ce sujet peuvent être formulées ainsi : 1° l'action réductrice est proportion-

---

(1) *Comptes rendus,* 1877, 1883, 1885.

nelle à l'intensité de la lumière (1); 2° elle augmente avec l'intensité; mais, bien avant d'arriver à l'intensité qui correspond à l'insolation directe, elle décroît sensiblement, l'effet de l'insolation directe pouvant être considéré comme nuisible (2); 3° l'action réductrice de la lumière augmente jusqu'à l'insolation directe, mais passé ce point elle reste stationnaire (3); 4° elle n'augmente que jusqu'à une certaine intensité, sensiblement inférieure à l'insolation directe. Je dirai tout de suite que c'est ce dernier rapport, signalé pour la première fois par M. Kreusler, que viennent confirmer des recherches que je poursuis depuis quelques années.

» Il est évident que, pour faire ressortir le vrai rapport entre le phénomène chimique et la radiation, il faut se mettre à l'abri de tout effet secondaire, tel qu'un excès d'échauffement ou bien une évaporation excessive suivie d'une dessiccation amenant à son tour, comme l'a démontré Boussingault, l'atténuation de la faculté décomposante.

» Afin d'éviter ces causes d'erreur, il faut réduire autant que possible le temps d'exposition. C'est à quoi je suis arrivé en me servant de méthodes d'analyse gazométrique spécialement adaptées à l'analyse de petites quantités de gaz (4).

» La disposition générale de l'expérience était la suivante. Dans une chambre obscure, on obtient, au moyen d'un grand héliostat de Foucault et d'une lentille, un faisceau de rayons divergents; dans ce cône de lumière, sur un banc d'optique long de 2^m, se trouvent les appareils décrits plus loin, contenant les organes verts exposés de telle sorte que l'intensité lumineuse peut être exprimée par les chiffres 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{25}$, $\frac{1}{36}$, l'insolation directe étant prise pour unité.

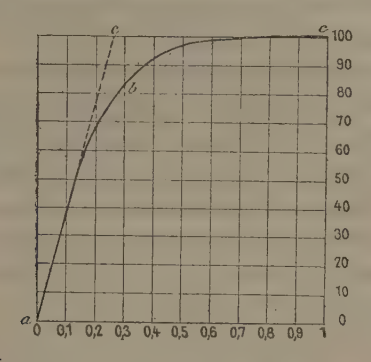
» Dans une première série d'expériences (été 1885), une plante aquatique (une grande feuille de *Potamogeton luceus*) était exposée *successivement* aux différents points du cône lumineux qui viennent d'être indiqués. La durée de chaque exposition était d'une minute et le gaz recueilli était analysé par la méthode micro-eudiométrique (5). Dans une seconde série d'expériences (1887-1888), quatre éprouvettes renversées sur le mercure,

---

(1) M. Volkoff, M. Van Tieghem, M. Peyron.
(2) Cloëz et plus récemment M. Tomintzin.
(3) M. Reinke.
(4) *Annales de Chimie et de Physique*, 1877; *Annales des Sciences naturelles*, 1885.
(5) *Annales des Sciences naturelles*, 1885.

et contenant le même mélange d'air et d'acide carbonique et des morceaux de feuille de superficie égale et taillés dans le même limbe, étaient placées *simultanément* aux différents points du banc. Cette fois, l'exposition durait quinze à vingt minutes et l'analyse se faisait au moyen de mon appareil décrit dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 1877.

» Ces deux séries d'expériences, faites à des époques différentes, au moyen de méthodes d'analyse différentes, sur des plantes habitant des milieux différents, ont fourni des résultats parfaitement concordants, ce qui prouve que nous pouvons les considérer comme exprimant une loi générale. Les intensités de la lumière étant comptées sur l'axe des abscisses (l'insolation directe = 1), les ordonnées représentant les quantités d'acide carbonique décomposé, la moyenne de toutes les expériences (comprenant en tout près de 200 analyses) se traduit par la courbe *abc*.



» On voit que la décomposition de l'acide carbonique augmente d'abord rapidement, ensuite de plus en plus lentement, atteint un maximum (correspondant à $\frac{1}{2}$ environ de l'insolation directe), pour devenir définitivement stationnaire.

» On se demande naturellement quelle est la raison de la forme étrange de cette courbe, qui indique le rapport entre l'intensité de la radiation et l'énergie du phénomène physiologique ou plutôt photochimique qui se passe dans la feuille. Il me semble que ce sont encore les propriétés optiques de la chlorophylle qui nous fournissent cette explication. En effet, dans une autre série de recherches, faites au moyen d'un appareil spécial qu'on pourrait appeler *phyto-actinomètre*, je suis parvenu à mesurer la fraction de l'énergie solaire absorbée par la chlorophylle d'une feuille. Sans entrer dans les détails, j'indiquerai seulement que cette fraction peut être estimée à environ 20-25 pour 100 de la radiation directe.

D'un autre côté, il est établi que le maximum d'énergie solaire emmagasinée par une feuille (c'est-à-dire transformée en travail chimique) ne dépasse jamais la limite de 5 pour 100 [1]. Il est évident qu'à une certaine intensité lumineuse (environ $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{5}$ de l'insolation directe) correspond un point (c) de la courbe où la radiation se trouverait transformée totalement en travail chimique. Cette intensité (C) venant à diminuer, la radiation fera défaut et la courbe subira, par suite, un abaissement subit, l'énergie de la décomposition devenant sensiblement proportionnelle à l'intensité de la radiation.

» Dans le cas contraire, la radiation arrivant en excès, la courbe deviendra sensiblement parallèle à l'axe des abscisses [2]. Cette explication me paraît très plausible; elle nous indique, une fois de plus, que c'est dans les propriétés optiques de la chlorophylle qu'il faut chercher une des principales explications des lois qui expriment la relation entre la radiation et l'assimilation du carbone par les végétaux.

» Quoi qu'il en soit, le résultat général qui ressort des faits qui viennent d'être constatés ne manquera pas de trouver des applications importantes à la Géographie botanique, à la Météorologie agricole, à la Biologie végétale en général. L'espace me manque pour leur donner un développement nécessaire, ainsi que pour présenter mes raisons de considérer ces résultats comme étant d'accord avec les résultats des expérimentateurs habiles qui m'ont précédé dans cette voie, vu la différence des conditions dans lesquelles j'ai opéré. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la sécrétion oléo-gommorésineuse des Araucarias.* Note de MM. **Edouard Heckel** et **Fr. Schlagdenhauffen**, présentée par M. Duchartre.

« Dans une précédente Communication (16 août 1887), nous avons fait connaître ce fait nouveau, et en dehors de toute prévision, que les Araucarias forment, parmi les Conifères, une exception saisissante par la nature oléo-gommorésineuse de leurs sécrétions à base d'*arabine*. Il nous a

---

(1) L'existence de cette limite est un fait empirique, qui attend son explication théorique.

(2) Il est évident, du reste, que ce point c se déplace avec la hauteur du Soleil et la quantité de la chlorophylle contenue dans l'organe vert.

paru intéressant de rechercher : 1° l'origine cellulaire de cette sécrétion et sa formation au sein de la tige ou des rameaux; 2° la nature chimique de l'oléo-résine dans ces végétaux exotiques, par opposition avec la sécrétion oléo-résineuse des autres Conifères; 3° si la nature de cette sécrétion oléo-gommorésineuse est identique dans les diverses espèces d'*Araucaria*.

» Des coupes nombreuses, faites dans les rameaux jeunes et adultes, à diverses périodes végétatives, d'*Araucaria Brasiliensis* A. Rich., *A. Cooki* R. Brown, *A. Bidwilli* Hook, *A. Cunninghami* Ait., *A. excelsa* R. Brown, nous ont permis de constater les faits suivants :

» Les canaux sécréteurs sont d'abord normaux et paraissent ne donner qu'une oléo-résine dont il est facile de reconnaître la présence, par la teinture d'*Alkanna* qui la colore en rouge, et par les dissolvants appropriés (*alcool, essence de pétrole,* etc.) qui font disparaître tout le contenu du canal. A une certaine époque, spéciale pour chaque espèce, les cellules bordantes du canal sécréteur s'allongent en papilles, qui viennent converger toutes au centre du canal et l'obstruent complètement, au moins sur une longueur donnée de son parcours. A partir de ce moment, les cellules bordantes cessent de sécréter de la résine, se gélifient et se transforment en gomme (*arabine*) liquide qui se mêle à la résine préalablement sécrétée. A un moment donné, le canal est rempli d'une quantité plus ou moins abondante d'un produit limpide, qui devient blanc laiteux à l'air et dans lequel la gomme ou l'oléo-résine prédomine, suivant l'époque de l'année ou selon l'espèce d'*Araucaria* envisagée.

» Sur quelques espèces, nous avons constaté que la première fonction des cellules bordantes est tout à fait éphémère, et qu'après avoir sécrété très peu de résine ou même sans en avoir produit, elles se transforment en papilles à gomme. D'autres fois, la première phase se maintient et les cellules bordantes du canal ne donnent que de la résine, qui vient se mêler à la gomme sécrétée plus haut ou plus bas dans le même canal. Ce phénomène de l'allongement des cellules bordantes n'est du reste pas rare dans les autres Conifères; mais, ici, il s'accompagne d'un phénomène de gommose qui n'existe pas ailleurs, à notre connaissance, et qui n'a rien de comparable à ce qui se passe dans les Cycadées, où les canaux sécréteurs donnent une gomme insoluble.

» En étudiant le produit oléo-gommorésineux de l'*A. Cooki*, nous avons dit que l'essence s'obtient facilement par distillation de la matière brute au sein de la vapeur; que cette essence soumise à la rectification ne passe qu'entre 250° et 290° et qu'en outre le produit obtenu dans ce cas dévie la lumière polarisée à gauche. En opérant la rectification dans le vide, nous avons reconnu que le produit distille entre 80° et 150° et qu'il est également lévogyre. L'examen de l'essence brute, avant la rectification, donne au contraire une déviation droite : c'est donc à la chaleur qu'est

due la différence d'action sur la lumière polarisée, propriété que l'essence d'*Araucaria* partage avec les autres Conifères.

» La proportion de gomme n'est pas la même dans tous les échantillons d'une résine brute de même espèce ([1]). C'est ainsi qu'en opérant sur 10gr de résine d'*Araucaria Cooki*, nous avons trouvé comme produits solubles :

	Dans l'éther de pétrole.	Dans l'alcool.	Dans l'eau.
	gr	gr	gr
I.	1,165	0,243	8,592
II.	2,835	1,301	5,864

» En étudiant des résines d'autres provenances botaniques, nous avons obtenu pour 10gr de matière brute, comme produits solubles :

		Dans l'éther de pétrole.	Dans l'alcool.	Dans l'eau.
		gr	gr	gr
A. Bidwilli		0,530	0,220	9,250
A. Cunninghami	I.	2,105	1,575	6,350
	II.	4,930	2,195	2,875
	III.	4,445	1,575	3,980
A. excelsa		1,333	0,501	8,166

» On voit que les quantités de gomme varient de 28 à 85 et même 92 pour 100.

» Le produit de sécrétion des *Araucaria* est donc surtout formé de gomme. Celle-ci y est presque toujours accompagnée d'un peu de glucose, que l'on trouve surtout dans la solution alcoolique de la gommo-résine et en moins grande quantité dans la solution aqueuse du même produit. Les produits de l'extraction à l'éther de pétrole ou à l'alcool, obtenus avec les diverses résines brutes, se dissolvent dans la potasse caustique à chaud. La solution alcaline étendue d'eau précipite abondamment par les acides et fournit un produit d'un blanc de neige, qui n'est autre chose que de la résine pure exempte de toute trace d'huile essentielle. Cette résine, lavée et desséchée, se laisse pulvériser aisément.

» Les quatre espèces de résine d'*Araucaria* que nous avons examinées fournissent donc des produits à peu près similaires, mais dans des proportions bien différentes. Seule, la résine d'*A. Bidwilli* se comporte d'une

---

([1]) Ce résultat est la conséquence obligée du processus de formation de la gomme, tel que nous venons de le faire connaître dans les rameaux et la tige.

manière spéciale en ce qui concerne sa partie soluble dans l'alcool. Au lieu de fournir un résidu amorphe, comme les autres résines, elle donne un produit cristallin. Ces cristaux se dissolvent dans l'eau et présentent à peu près les caractères de la *pinite*, c'est-à-dire de ce sucre particulier que M. Berthelot (1) a signalé dans le produit résineux du *Pinus Lambertiana* Douglas.

» Toutes les oléo-résines d'*Araucaria*, redissoutes dans le chloroforme et examinées à la lumière polarisée, sont dextrogyres ; leurs essences le sont donc également. N'ayant pu nous procurer, pour en déterminer le pouvoir rotatoire, une quantité suffisante d'essence par distillation de l'oléo-résine au sein de la vapeur d'eau, nous nous sommes contentés de prendre le produit du traitement de l'oléo-résine par l'éther de pétrole, de la dissoudre dans le chloroforme et de l'observer ensuite dans l'appareil de Soleil, sous une épaisseur de $0^m,1$ à $0^m,2$. En dosant la quantité de matière en solution et en notant la déviation dans chaque cas, nous avons obtenu les résultats suivants :

	Longueur du tube.		Quantité d'oléo-résine dissoute.
	$0^m,1.$	$0^m,2.$	
	°	°	gr
Araucaria Bidwilli	15 ↗	»	0,204
» *Cunninghami* ..	24 ↗	»	0,620
» *Cooki*..........	»	36 ↗	0,805
» *excelsa*	20 ↗	»	0,420

» L'incinération des diverses racines brutes fournit des cendres blanches. Le produit d'extraction par l'alcool, ainsi que celui qui résulte du traitement par l'éther de pétrole, ne renferment pas trace de matière saline. Les sels fixes accompagnent, par conséquent, le produit d'extraction aqueuse (*gomme* et *glucose*).

» Les cendres, dans ces divers cas, sont blanches ; elles fournissent une solution aqueuse alcaline, qui contient du *chlorure de sodium* en assez grande quantité, point de chaux, très peu de *sulfates alcalins*. Dans la partie insoluble, on trouve du *sulfate* et du *carbonate de chaux*, un peu de *fer* et de *manganèse*. »

---

(1) *Comptes rendus*, 1855.

GÉOLOGIE. — *Sur le gault et le cénomanien du sud-est de l'Espagne.* Note de M. **René Nicklès** ([1]), présentée par M. Hébert.

« Jusqu'à présent la composition du gault n'a pas été décrite d'une façon précise en Espagne. Les travaux de M. Choffat nous ont révélé, dans la partie occidentale de la péninsule ibérique, la présence de couches de position douteuse que l'on devra peut-être rattacher au gault. D'autre part, à l'est, Coquand avait cru entrevoir cet étage dans la province de Teruel; mais le mauvais état de conservation des fossiles qu'il lui attribuait a fait mettre en doute cette découverte par les géologues qui s'en sont occupés depuis ([2]).

» Dans le sud-est et le sud de l'Espagne, où j'ai eu occasion d'étudier quelques affleurements de ces étages, j'ai observé les faits suivants :

» *Gault.* — Dans la sierra de Foncalent (environs d'Alicante), le gault moyen affecte la forme de couches gréso-marneuses micacées renfermant :

» I. *Hamites rotundus* Sow., *Solarium tingryanum* Pict. et Roux, *Sol. granosum* d'Orb., *Cerithium mosense* Sow., *Avellana subincrassata* d'Orb., *Natica cf. excavata* Mich., *Nucula ovata* Mant., *Nuc. arduennensis* d'Orb., *Trochus*, *Turbo*, etc.

» Ces marnes sont recouvertes par des couches de même nature, mais peu fossilifères et renfermant avec *Hemiaster cf. Heberti* Peron et Gauthier, des fragments indéterminables de Bélemnites et d'Ammonites.

» II. Dans le gault supérieur, les Céphalopodes sont au contraire assez nombreux : à 50^{km} au nord-est d'Alicante, on rencontre, en effet, près de la ferme Devesa (environs d'Alfaz), des calcaires marno-gréseux avec : *Turrilites hugardianus* d'Orb., *Turr. cf. catenatus* d'Orb., *Turr. intermedius* Pict. et Camp., *Hamites moreanus* Buv., *Baculites Sanctæ Crucis* Pict. et Camp., *Hemiaster* cf. *minimus* Desor., *Ptychoceras*, *Scaphites*.

» III. En des points peu éloignés de ce gisement (barranco de Ronda, El Saltet, barranco Derramador), des couches de même nature, mais plus

---

([1]) Ce travail a été exécuté au Laboratoire de Géologie de la Sorbonne, avec le bienveillant appui de M. Hébert, son éminent directeur, et de M. Munier-Chalmas.

([2]) M. Vilanova mentionne cependant l'existence de cet étage dans les provinces de Castellon et de Teruel.

friables, renferment *Ammonites* (*Schloenbachia*) *varicosus* Sow., *Ammonites* voisin de *Amm.* (*Desmoceras*) *mayorianus* d'Orb., *Hamites virgulatus* d'Orb., *Turrilites*, *Inoceramus*.

» IV. Aux environs d'Orcheta (reco de Cortes), les couches inférieures sont constituées par des marnes avec *Hemiaster minimus* Desor. On retrouve ces mêmes marnes à la Nucia.

» V. Ce niveau est subordonné, au reco de Cortes, à des marnes avec *Epiaster* et *Hemiaster*.

» *Cénomanien*. — Le cénomanien inférieur repose (reco de Cortes) sur les marnes à *Hemiaster* et *Epiaster*.

» VI. Il se présente sous la forme de grès marneux durs, assez puissants, et renfermant *Amm.* (*Schloenbachia*) *inflatus* Sow., *Amm.* (*Stoliczkaia*) *dispar* d'Orb., *Amm. latidorsatus* Mich., *Discoidea cylindrica* Ag.

» VII. Ces couches sont surmontées par des bancs calcaires renfermant *Discoidea cylindrica* (¹).

» Aux environs d'Alfaz, on rencontre au-dessus du gisement de gault supérieur de Devesa (II) des couches avec *Discoidea cylindrica* Ag., *Holaster subglobosus* Goldf. et *Hemiaster*.

» Des faits qui précèdent, on peut déduire que le gault se présente dans la province d'Alicante d'abord avec une faune analogue à celle du gault moyen du Centre et du Midi de la France [Saint-Florentin (Yonne) et Audinac (Ariège)]; puis, dans son assise supérieure avec de nombreuses formes de Céphalopodes semblables à celles du gault supérieur de Sainte-Croix.

» Il est à remarquer, d'autre part, que les couches à *Amm. inflatus*, que la présence de *Discoidea cylindrica* conduit à classer dans le cénomanien inférieur, présentent une analogie frappante au point de vue de la faune et de l'aspect lithologique, avec les couches équivalentes des Basses-Alpes (la Fauge).

» Ces couches, si nettement caractérisées dans la province d'Alicante, et dont l'existence en Andalousie peut être considérée comme probable (couches à *Amm. dispar* et *Turril. Puzosi*) se retrouvent en Portugal, où elles

---

(¹) Les deux termes de cette succession semblent se retrouver en Andalousie, aux environs de mancha Real (province de Jaën). Sur le versant sud du Cabeso Prieto, j'ai trouvé, en effet, des couches marno-gréseuses à *Turril. Puzosi* d'Orb., et *Amm.* (*Stoliczkaia dispar*) d'Orb. J'ai constaté également l'existence dans cette région de couches à *Discoidea cylindrica*.

ont été signalées par M. Choffat. Bien que l'on ne soit pas surpris de les rencontrer dans le sud-est de l'Espagne, il n'est pas sans intérêt de voir se confirmer une fois de plus leur extension considérable, et d'y constater leur ressemblance avec les couches analogues de la France méridionale et de l'Algérie, et même de l'Inde et de la Guinée méridionale. »

GÉOGRAPHIE ZOOLOGIQUE. — *Sur la station zoologique de Cette.* Note de M. **Armand Sabatier**, présentée par M. de Quatrefages.

« La richesse et la variété de la faune de Cette tiennent à un heureux groupement, autour de ce port, d'un ensemble de milieux aquatiques présentant des degrés variés de salure, et des conditions très différentes dans la constitution et la profondeur du fond et dans l'intensité des courants.

» La haute mer y fournit tous les types de Poissons, de Mollusques, de Crustacés, d'Échinodermes et de Cœlentérés, qui sont propres aux côtes de la Provence et du Languedoc.

» Les bateaux qui pêchent avec des filets traînants, dans des fonds variant de 30^{m} à 110^{m} environ, les fournissent abondamment au laboratoire. Parfois nos baquets sont littéralement remplis d'Alcyonnaires, tels que : *Alcyonium palmatum, Pennatula phosphorea, Pteroides griseum, Veretilla cynomorium, Virgularia mirabilis.* Les côtes à l'est de Cette sont sablonneuses, celles à l'ouest sont rocheuses, et ont des habitants adaptés à ces milieux.

» Les ports, les bassins et les canaux, qui ont été très multipliés dans ces dernières années, nourrissent un très grand nombre d'animaux, soit dans la vase, soit sur les parois des quais, soit sur les enrochements des jetées. Ce qui rend ces milieux très favorables à la vie animale, c'est que l'eau n'y est pas stagnante, comme dans la plupart des ports méditerranéens, mais qu'elle est soumise à un renouvellement constant, provoqué par l'alternance des vents du sud et du nord qui poussent l'eau de la mer dans l'étang de Thau ou réciproquement. L'étang de Thau, qui est une vraie mer intérieure, communique en effet avec la mer par l'intermédiaire des bassins et des canaux du port de Cette. L'eau des canaux, très riche en matières nutritives, est si favorable au développement des animaux, que l'on y a établi avec le plus grand succès des parcs à huîtres, dans lesquels elles acquièrent en quatre ou cinq mois des dimensions qui ailleurs exigent de dix à douze mois.

» L'espace me manque pour une énumération des types recueillis dans

les ports et les canaux; je me borne à en indiquer quelques-uns. Les Actiniaires y sont représentés par *Anemonia sulcata*, qui est très abondante, *Actinia equina*, *Aureliana regalis*, *Cerianthus membranaceus*, qui est d'une abondance extraordinaire sur certains points.

» On y trouve beaucoup d'Annélides, appartenant à presque tous les groupes, et surtout aux Tubicoles; je me borne à citer : *Notomastus Benedeni*, *N. lineatus*, *Petaloprocta terricola*, *Pectinaria auricoma*, *Aricia*, *Stylaroides monilifer*, *Siphonostomum diptochœtes*, *Myxicola infundibulum*, *M. esthetica*, *Cirratulus chrysoderma*, *Arenicola marina*, *Amphithrite rubra*, *Protula Meilhaci*, *Hydroides pectinata*, *Serpula infundibulum*, *Spirographis Spallanzani*, *Branchiomona* (spec. nov.). Parmi les Annélides errants, je cite : *Eunice Harrassii*, *Lumbriconereis coccinea*, *L. grubiana*, *Glycera tessellata*, *Nephthys scolopendroides*, plusieurs espèces de *Phillodoce*, etc.

» L'étang de Thau, dont la salure diffère à peine de celle de la mer, présente des fonds très variés, soit vaseux avec une faune peu différente de celle des canaux, soit sablonneux, soit rocheux. Sur certains points, les algues y forment de vraies prairies. Les Mollusques lamellibranches s'y développent si bien que l'on y pêche tous les jours de 80 à 90 quintaux de Clovisses ou *Tapes decussata* qui sont livrés à la consommation alimentaire. Plusieurs des Annélides déjà cités se trouvent là; on y pêche aussi *Cerebratulus marginatus*, *Lineus gesserensis*, Némertiens de belles dimensions, ainsi que le *Tetrastemma flavida* qui est très abondant au milieu des algues. Là aussi, nous avons rencontré cette riche station de *Phoronis Sabatieri*, espèce nouvelle, très intéressante, qui a fait l'objet d'une Note récente de M. Roule. Avec les tubes de *Phoronis*, se trouvent mêlés des tubes de *Leiocephalus coronatus*. Les Mollusques opisthobranches, tels que *Aplysia fasciata*, *A. depilans*, *Bulla hydatis*, *Polycera*, *Tritonia*, et bien d'autres habitent les algues de l'étang. Partout les types sont représentés par un nombre considérable d'individus.

» Près de Cette, se trouvent de vastes étangs d'eau saumâtre, dont la salure subit des variations très notables suivant les conditions climatériques. On y trouvera des formes intéressantes pour l'étude des adaptations.

» Enfin, les salins exploités autour de Cette présentent des eaux sursaturées dans lesquelles vit l'*Artemia salina*. Ainsi est complétée la gamme des milieux à salures différentes.

» Pour utiliser ces nombreuses ressources, j'ai fondé à Cette un laboratoire qui fonctionne depuis huit ans. Grâce au concours de l'État, du

département de l'Hérault, des villes de Cette et de Montpellier et de quelques particuliers, un outillage convenable a pu être installé dans un local dû à la libéralité de la Municipalité cettoise. Ce local, quoique provisoire, a pu suffire à bien des travaux. Il consiste en un vaste laboratoire, bien orienté et bien éclairé, où peuvent travailler dix à douze personnes; en un laboratoire particulier pour le directeur, où est installée la bibliothèque, et en une grande salle, qui pourrait également servir de laboratoire et où nous avons placé la collection de la faune locale.

» La station possède, outre des microscopes des meilleurs constructeurs, tout l'outillage mécanique et chimique nécessaire pour la micrographie et pour les coupes si en faveur actuellement. Des appareils de dragage appropriés à nos milieux ont été construits, et notamment des instruments nouveaux pour fouiller les fonds vaseux et sablonneux des canaux et de l'étang de Thau. La station dispose de plusieurs embarcations. Dans l'état actuel, elle peut rendre et rend de réels services.

» C'est là ce qu'a reconnu le Ministre de l'Instruction publique, qui a rattaché notre station à l'École des Hautes Études.

» Une fois par semaine au moins, en qualité de professeur à la Faculté des Sciences et de Directeur de la station, je vais y passer la journée, accompagné des personnes de l'Institut de Zoologie et de tous les élèves boursiers ou libres qui étudient les Sciences naturelles. — Les élèves de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier, les élèves du lycée de Montpellier et du collège de Cette s'y rendent également de temps en temps, sous la conduite de leurs professeurs, et apprennent ainsi à connaître les formes animales marines autrement que par des dessins.

» En outre, un certain nombre de zoologistes ont fait et font encore à la station de Cette des séjours plus ou moins prolongés, en vue de recherches spéciales. Ainsi, le professeur C. Vogt, Correspondant de l'Académie, y a fait, à deux reprises, des études qui ont servi de base à ses monographies de *Aurelia aurita* et de *Tetrastemma flavidum*. Parmi les naturalistes français ayant fait dans notre station des travaux importants, je citerai : le professeur Kœhler, de Nancy; M. Brunotte, professeur agrégé à l'École de Pharmacie de Nancy; M. Roule, maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Toulouse; M. Rouzaud, maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Montpellier; M. Œschner de Coninck, maître de Conférences de Chimie à la même Faculté. Enfin, M. Robert, professeur au lycée, et M. Soulier, préparateur à la Faculté des Sciences, sont à ce moment même à Cette pour y terminer leurs thèses de Doctorat.

» La station zoologique de Cette va d'ailleurs être installée dans un nouveau et plus vaste local, grâce au concours de l'État et des villes intéressées; et il est permis de penser que l'on appréciera de plus en plus les facilités exceptionnelles qu'elle présente pour l'étude des faunes marines. »

M. **J. Dolbnia** adresse une Note « sur l'inversion des intégrales elliptiques ».

M. **E. Mathieu-Plessy** adresse une Note « Sur un réactif du sucre de canne, du sucre de raisin et de l'acide pyrogallique ».

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 aout 1889.

(*Suite.*)

Annali dei regi Istituti tecnico e nautico e della regia Scuola di costruzioni navali di Livorno. — Anno scolastico 1886-87, serie 2, vol. VI. Livorno, Gius. Meucci, 1889; 1 vol. in-8°.

Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg in Pr.; neunundzwanzigster Jahrgang, 1888. Königsberg, in Commission bei Koch et Reimer, 1889; 1 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 aout 1889.

L'énergie et ses transformations (*Mécanique, Chaleur, Lumière, Chimie, Électricité, Magnétisme*); *par* R. Colson. Paris, Georges Carré, 1889; 1 vol. in-16. (Présenté par M. A. Cornu.)

Recueil des travaux du Comité consultatif d'Hygiène publique de France et des actes officiels de l'Administration sanitaire, publié par le Ministère du Commerce et de l'Industrie; t. XVIII (année 1888). Imprimerie nationale.

Traité descriptif des maladies de la peau; par MM. H. Leloir et E. Vidal; 1re livraison. Paris, Masson, 1889. (Présenté par M. Verneuil.)

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, Lettres et Beaux-Arts de Belgique, nº 7. Bruxelles, F. Hayez, 1889.

Éclipse totale du Soleil du 10 août 1887. Rapports des expéditions de la Société physico-chimique russe de Krasnoiarsk (Sibérie orientale).

ERRATA.

(Séance du 5 août 1889.)

Note de MM. *Trépied, Sy* et *Renaux*, Observations de la comète Davidson (juillet 23).

Pages 215 et 216, substituer les nombres suivants, aux colonnes :

Réduction au jour :

s	"
+0,41	—7,6
+0,51	—5,2
+0,68	—2,7

Positions apparentes :

	h m s	° ′ ″
Juillet 26	13.26. 2,37	—22.58.50,3
26	26. 7,63	—22.57.26,0
26	26.12,47	—22.56. 3,3
26	26.13,02	—22.56. 3,7
28	46. 8,20	—17.20.41,1
28	46.18,40	—17.17.21,5
28	46.23,35	—17.16.24,8
28	46.28,44	—17.14.32,9
30	14. 4. 7,37	—11.55. 7,4
30	4.13,17	—11.53.10,3
30	4.15,58	—11.52.37,4
30	4.24,62	—11.49.32,0

(Séance du 19 août 1889.)

Note de M. *de Montessus*, Sur la répartition horaire des séismes :

Page 327, ligne 29, *au lieu de* 4500 séismes, *lisez* 45 000 séismes.